

**EKSPLORASI JAMUR TANAH PADA TANAMAN BROKOLI
DAN KETAHANANNYA TERHADAP FUNGISIDA
BERBAHAN AKTIF MANKOZEB**

Oleh
RAFIKA ARDIANI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2018



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Malang, Juli 2018

Rafika Ardiani

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Eksplorasi Jamur Tanah pada Tanaman Brokoli dan Ketahanannya Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Mankozeb

Nama Mahasiswa : Rafika Ardiani

NIM : 145040201111072

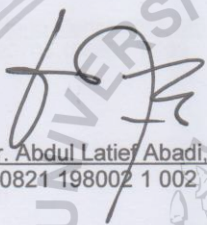
Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

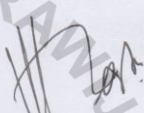
Program Studi : Agroekoteknologi


Disetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.
 NIP. 19550821 198002 1 002


Restu Rizkyta Kusuma, SP. M.Sc.
 NIK. 201409 880504 2 001


 Diketahui,
 Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
 NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :


LEMBAR PENGESAHAN


Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Disetujui

Penguji I

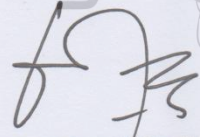
Penguji II

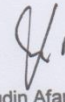

Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003


Restu Rizkyta Kusuma, S.P., M.Sc.
NIK. 201409 880504 2 001

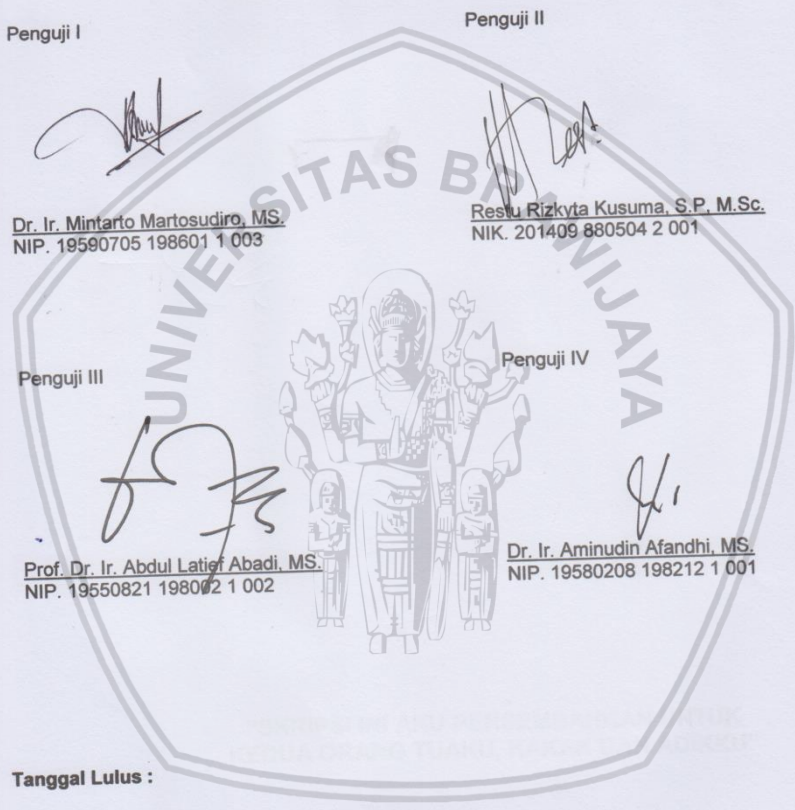
Penguji III

Penguji IV


Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS.
NIP. 19550821 198002 1 002


Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.
NIP. 19580208 198212 1 001

Tanggal Lulus :





**“SKRIPSI INI AKU PERSEMBAHKAN UNTUK
KEDUA ORANG TUAKU, KAKAK DAN ADIKKU”**

RINGKASAN

Rafika Ardiani. 145040201111072. Eksplorasi Jamur Tanah Lahan Tanaman Brokoli dan Ketahanannya Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Mankozeb. Dibawah Bimbingan Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. Sebagai Pembimbing Utama, dan Restu Rizkyta Kusuma, SP. M.Sc. Sebagai Pembimbing Pendamping.

Keanekaragaman mikroorganisme dalam tanah dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah. Selain itu keanekaragaman mikroorganisme yang terdapat dalam tanah merupakan indikator kesehatan tanah. Organisme tanah bermanfaat dalam dekomposisi, siklus hara, menjaga struktur tanah, maupun menjaga keseimbangan organisme tanah. Jamur merupakan mikroorganisme tanah yang memiliki peranan didalam menjaga kesuburan tanah, salah satunya yaitu sebagai dekomposer. Populasi tanah Jumlah jamur akan turun apabila aktivitas pertanian menggunakan bahan kimia secara berlebihan dan dalam jangka waktu lama. Pestisida yang digunakan petani merupakan jenis fungisida berbebahan aktif mankozeb. Tujuan penelitian ini mengkaji keanekaragaman jamur tanah di lahan organik dan lahan yang diaplikasikan fungisida berbebahan aktif Mankozebe dan daya tahan jamur tanah terhadap fungisida berbebahan aktif Mankozebe.

Penelitian dilaksanakan dengan mengambil sampel tanah di lahan tanaman brokoli *Agrotechno Park* Cangar (ATP) Universitas Brawijaya dan Lahan milik Bapak Sugeng, Desa Cangar, Batu. Isolasi, purifikasi, dan identifikasi jamur dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Januari 2018 sampai dengan bulan April 2018. Metode pelaksanaan penelitian yang dilakukan meliputi survei, eksplorasi, dan komparasi. Hasil penelusuran budidaya menunjukkan bahwa petani ATP menerapkan sistem pertanian organik. Lahan yang diterapkan dengan sistem pertanian organik terdapat penambahan bahan input berupa pupuk kotoran ayam, seresah dan and plant *growth promoting rhizobacter* (PGPR). Sedangkan lahan konvensional yang diaplikasikan bahan kimia sintetik yaitu pupuk kimia NPK dan fungisida berbebahan aktif Mankozebe.

Keanekaragaman jamur tanah lahan organik lebih tinggi dibandingkan lahan konvensional yaitu sebesar $H' = 14,68$ dan $H' = 13,60$. Hasil eksplorasi pada lahan organik didapatkan 21 koloni yang terdiri dari 7 isolat dengan 3 genus yaitu *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan Jamur tidak teridentifikasi. Lahan konvensional didapatkan 8 koloni yang terdiri dari 4 isolat dengan 4 genus yaitu *Geotrichum* sp., *Acremonium* sp., dan *Fusarium* sp. Hasil rata-rata nilai Tingkat Hambatan Relatif (THR) dari 4 jamur yang diuji dengan 6 perlakuan memiliki nilai hambatan rata-rata 100%, namun pada perlakuan 1 (0,5 g/l Mankozebe) pada jamur *Penicillium* sp. nilai hambatan sebesar 84% dan jamur *Fusarium* sp. nilai hambatan sebesar 78%. Pada perlakuan 2 (1 g/l Mankozebe) pada jamur *Fusarium* sp. nilai hambatan sebesar 83%. Hasil dari analisa peracunan fungisida dapat disimpulkan bahwa dari 4 genus jamur dominan pada lahan organik dan lahan konvensional bukanlah jamur yang resisten terhadap fungisida berbebahan aktif mankozeb.

Summary

Rafika Ardiani. 145040201111072. Exploration of Soil Fungi on Brocoli Plants and Its Resistance to Fungicides With MankozeB Compound. Under the Guidance of Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. Main Supervisor and Restu Rizkyta Kusuma, SP. M.Sc. as Companion Supervisor.

The diversity of microorganisms in the soil greatly affects the level of soil fertility. In addition, the diversity of microorganisms found in the soil is an indicator of soil health. Soil organisms are useful in decomposition, nutrient cycling, maintaining soil structure, as well as maintaining the balance of soil organisms. Soil microorganisms have a role in maintaining soil fertility one of them is as a decomposer. One of the microorganisms that can be a decomposer fungus. The fungi population will drop if the agricultural activity using chemicals in excess and in the long term. Farmers more often use a pesticide type of fungicide made from active MankozeB. The objective of this study was to study the diversity of soil fungi in organic and field land applied by MankozeB and fungi resistance to MankozeB.

The research was conducted by sampling the soil on the brocoli land Agrotechno Park Cangar (ATP) Universitas Brawijaya and Lahan owned by Mr. Sugeng, Cangar Village, Batu. Isolation, purification, and fungal identification were performed at the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya. The study began in Januari until Juli 2018. The implementation methods in this research used survey method, exploration, and comparison. The results showed the Agrotechno Park Cangar implement organic farming system. Land that is applied with organic farming system there is addition of input material in the form of manure, organic cover tillage and plant growth promoting rhizobacter (PGPR). Inputs of land applied on conventional farming system such as anorganic chemical fertilizer (NPK) and fungicide with Mancozeb active compound.

The diversity of soil fungi in organic land were higher than conventional land amounted $H' = 14,68$ and $H' = 13,60$. The results of the exploration on organic soil obtained 21 colonies consisting of 7 isolates with 3 genera of *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., And the fungi were not identified. Conventional land obtained 8 colonies consisting of 4 isolates with 4 genera of *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Acremonium* sp., And *Fusarium* sp. The mean value of the Relative Constraint Level (THR) of 4 fungis tested with 6 treatments had an average resistance value of 100%, but in the treatment of 1 (0.5 g / l MankozeB) on *Penicillium* sp. barrier value of 84% and *Fusarium* sp. barrier value of 78%. At 2 (1 g / l MankozeB) treatment on fungis *Fusarium* sp. barrier value of 83%. The results of the analysis of fungicide poisoning can be concluded that of the 4 dominant genera of fungi on organic land and conventional land is not a fungicide resistant to mankozeb active ingredients.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT dengan rahmat dan hidayat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Eksplorasi Jamur Tanah pada Tanaman Brokoli dan Ketahanannya Terhadap Fungisida Berbahan Aktif Mankozebe”. Disusun dalam rangka memenuhi kewajiban Program Studi Agroekoteknologi Universitas Brawijaya untuk menyelesaikan program sarjana (S1).

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, kepada Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. dan Restu Rizkyta Kusuma, S.P, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar, memberikan wawasan, dukungan, motivasi, dan kesabarannya dalam membimbing penulis. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS. dan Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS. selaku dosen penguji atas saran, arahan dan nasihat Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Luqman Qurata Aini, SP., MP., selaku Ketua Laboratorium Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan seluruh dosen dan karyawan jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya atas bimbingan, fasilitas dan bantuan yang diberikan.

Penghargaan yang tulus penulis berikan kepada kedua orang tua, kakak, dan adik atas doa, cinta, dan kasih sayang serta dukungan yang telah diberikan juga kepada rekan-rekan mahasiswa bimbingan skripsi Prof. Dr. Ir. Abdul Latief Abadi, MS. angkatan 2016.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat banyak pihak dan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

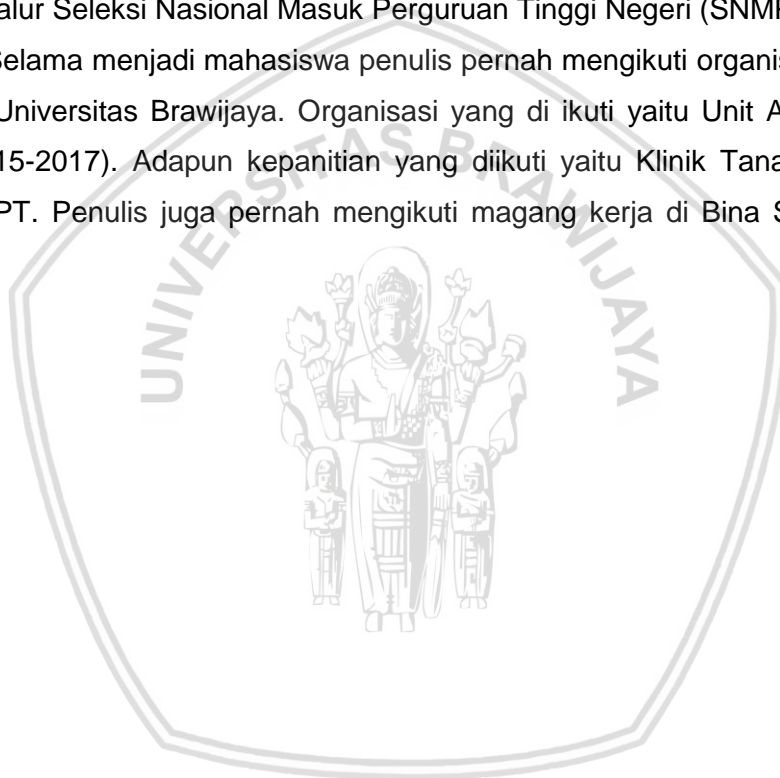
Malang, Juli 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kota Singaraja pada tanggal 11 April 1996 dari pasangan Bapak Sukardi dan Ibu Nurmala Asri. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara (Mayang Puspita Rini, S. PD. dan Dinda Anggelina Agustin). Riwayat pendidikan penulis pernah menempuh taman kanak-kanak di TK Fatahillah Gondol (2001-2002), sekolah dasar di MI Nurul Iman Gondol (2002-2008), sekolah menengah pertama di MTS N Patas (2008-2011), sekolah menengah atas di SMA N 1 Gerokgak (2011-2014) dan mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang (2014-2018) melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti organisasi di ruang lingkup Universitas Brawijaya. Organisasi yang di ikuti yaitu Unit Aktivitas Bola Voli (2015-2017). Adapun kepanitian yang diikuti yaitu Klinik Tanaman bagian Divisi OPT. Penulis juga pernah mengikuti magang kerja di Bina Sarana Bakti Bogor.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
Summary	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4 Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Mikroba Tanah	Error! Bookmark not defined.
2.2 Jamur	Error! Bookmark not defined.
2.3 Penyakit pada Tanaman Brokoli	Error! Bookmark not defined.
2.4 Fungisida	Error! Bookmark not defined.
2.5 Pertanian Organik	Error! Bookmark not defined.
BAB III. Metodologi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3 Metode Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4 Variabel Pengamatan	Error! Bookmark not defined.
3.5 Analisa Data	Error! Bookmark not defined.
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Kondisi Lahan	Error! Bookmark not defined.
4.2 Hasil Identifikasi Jamur Tanah	Error! Bookmark not defined.
4.3 Hasil Identifikasi Jamur Tanah pada Lahan Brokoli	Error! Bookmark not defined.
4.4 Analisa Keanekaragaman Jamur Tanah	Error! Bookmark not defined.
4.5 Analisa Peracunan Fungisida	Error! Bookmark not defined.
4.6 Pembahasan Umum	Error! Bookmark not defined.
BAB V. PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kriteria Keanekaragaman	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. Penelusuran Budidaya Tanaman	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. Hasil Eksplorasi Jamur.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. Hasil Perhitungan Keanekaragaman Jamur Tanah	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. Tingkat Hambatan Relatif (%) jamur <i>Penicillium</i> sp	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5. Tingkat Hambatan Relatif (%) jamur <i>Penicillium</i> sp	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. Tingkat Hambatan Relatif (%) jamur Tidak teridentifikasi	30
Tabel 7. Tingkat Hambatan Relatif (%) jamur <i>Fusarium</i> sp	30
Tabel 8. Tingkat Hambatan Relatif (%) jamur <i>Cladosporium</i> sp	31
Tabel 9. Keanekaragaman Jamur Tanah Lahan Organik....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10. Keanekaragaman Jamur Tanah Lahan Konvensional..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 11. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-1	Error! Bookmark not defined.
Tabel 12. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 13. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-3	Error! Bookmark not defined.
Tabel 14. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-4	Error! Bookmark not defined.
Tabel 15. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-5	Error! Bookmark not defined.
Tabel 16. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-6	Error! Bookmark not defined.
Tabel 17. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-7	Error! Bookmark not defined.
Tabel 18. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-1	Error! Bookmark not defined.
Tabel 19. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 20. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-3	Error! Bookmark not defined.
Tabel 21. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-4	Error! Bookmark not defined.
Tabel 22. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-5	Error! Bookmark not defined.
Tabel 23. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-6	Error! Bookmark not defined.
Tabel 24. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-7	Error! Bookmark not defined.

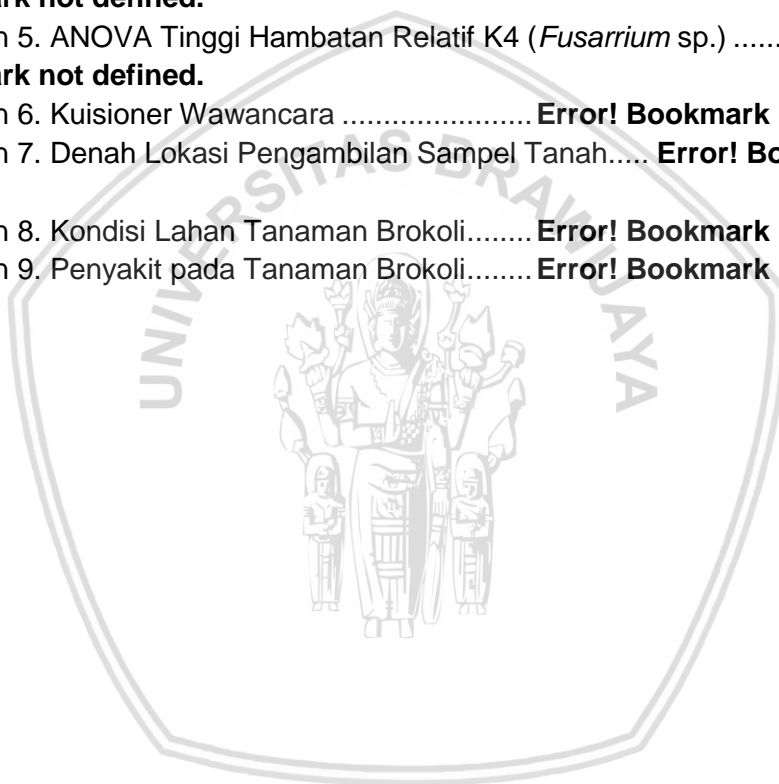
Tabel 25. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-1	Error! Bookmark not defined.
Tabel 26. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 27. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-3	Error! Bookmark not defined.
Tabel 28. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-4	Error! Bookmark not defined.
Tabel 29. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-5	Error! Bookmark not defined.
Tabel 30. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-6	Error! Bookmark not defined.
Tabel 31. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-7	Error! Bookmark not defined.
Tabel 32. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-1	Error! Bookmark not defined.
Tabel 33. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-2	Error! Bookmark not defined.
Tabel 34. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-3	Error! Bookmark not defined.
Tabel 35. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-4	Error! Bookmark not defined.
Tabel 36. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-5	Error! Bookmark not defined.
Tabel 37. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-6	Error! Bookmark not defined.
Tabel 38. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-7	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
Gambar 1.	Prosedur Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.	Skema pengambilan sampel tanah	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.	Letak Inokulum pada Media PDA dalam Cawan Petri.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.	Cara Pengukuran Diameter Koloni	Error! Bookmark not defined.
Gambar 6.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.	20
Gambar 8.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 9.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 11.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 12.	Jamur Tidak teridentifikasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 13.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 15.	Jamur <i>Cladosporium</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 16.	Jamur <i>Acremonium</i> sp.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 17.	Jamur <i>Fusarium</i> sp.	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
	Lampiran
Lampiran 1. Keanekaragaman Jamur Tanah	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Jamur O1 (<i>Penicillium</i> sp.) .	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Jamur O6 (Jamur tidak teridentifikasi.)	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Jamur K2 (<i>Geotrichum</i> sp.)	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 5. ANOVA Tinggi Hambatan Relatif K4 (<i>Fusarium</i> sp.)	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6. Kuisioner Wawancara	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7. Denah Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 8. Kondisi Lahan Tanaman Brokoli.....	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 9. Penyakit pada Tanaman Brokoli.....	Error! Bookmark not defined.





BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keanekaragaman mikroorganisme dalam tanah sangat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah. Selain itu keanekaragaman mikroorganisme yang terdapat dalam tanah merupakan indikator kesehatan tanah (Mazzola, 2004). Kelompok utama yang menyusun populasi mikrobia tanah terdiri dari golongan flora dan fauna, golongan flora meliputi bakteri, aktinomisetes, jamur, dan ganggang, sedangkan golongan fauna meliputi protozoa, serangga tanah, nematoda dan cacing tanah (Sutedjo *et.al.*, 1991 dalam Sitepu *et.al.*, 2011). Mikroorganisme tersebut memiliki fungsi khusus di dalam ekosistem (Gardi dan Jeffrey, 2010).

Mikroorganisme tanah bermanfaat dalam dekomposisi, siklus hara, menjaga struktur tanah, maupun menjaga keseimbangan organisme tanah. Keragaman mikroba tanah berperan penting dalam keberlanjutan ekosistem dengan mempertahankan fungsi penting seperti kesehatan tanah, melalui perputaran karbon dan nutrisi (Singh dan Gupta, 2018). Populasi mikroba dengan biodiversitas (keanekaragaman spesies) tinggi, akan menciptakan kondisi tidak menguntungkan bagi perkembangan patogen penyakit (Sudarma dan Jambe, 2009). Mikroorganisme tanah memiliki peranan didalam menjaga kesuburan tanah salah satunya yaitu sebagai dekomposer. Salah satu mikroorganisme yang dapat menjadi dekomposer yaitu jamur tanah, dimana jamur tanah dapat mengurai bahan organik tanah menjadi senyawa organik sederhana. Jamur merupakan bagian penting dari biomassa tanah. Serta memainkan peran penting dalam siklus nutrisi dan interaksi biotik (Ritz dan Young, 2004). Menurut Abadi (2003) menyatakan bahwa *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp., dan *Aspergillus* spp. Merupakan jamur yang umum terdapat dalam tanah, tumbuh dengan cepat dan bersifat antagonis terhadap jamur lain. Jamur tanah seperti *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Aspergillus* dan *Penicillium*, memiliki aktivitas biokontrol kuat yang menghasilkan kitinase dan glukonase yang berperan sebagai enzim sel patogenik (Herat *et al.*, 2017).

Jenis dan jumlah jamur tanah bergantung pada sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Perbedaan jenis dan jumlah jamur tanah bergantung pada kondisi seperti jumlah nutrisi, kelembaban, temperature, pH dan keberadaan akar tumbuhan tingkat tinggi (Pelczar dan Chen, 2008). Jumlah jamur akan turun

apabila aktivitas pertanian menggunakan bahan kimia secara berlebihan dan dalam jangka waktu lama (Muhibuddin *et al.*, 2011). Pengendalian yang banyak dilakukan petani saat ini adalah penggunaan fungisida yang berlebihan sehingga menimbulkan resisten dan gangguan terhadap lingkungan (Tanzil *et al.*, 2015). Dampak negatif yang mungkin timbul akibat penggunaan pestisida dalam bidang pertanian, yang tidak sesuai dengan aturan yaitu pencemaran air dan tanah, pencemaran udara, merusak keseimbangan ekosistem (Adriyani, 2006). Hampir setiap tindakan pertanian dapat menyebabkan kerusakan apabila dilakukan secara salah, pada waktu yang tidak tepat atau dengan bahan yang salah. Akan tetapi, yang sangat umum, kehilangan hasil akibat aplikasi bahan kimia, seperti fungisida, insektisida, nematisida dan pupuk sintetis, pada konsentrasi yang sangat tinggi pada tumbuhan yang sensitif terhadap bahan-bahan tersebut (Agrios, 1995).

Peningkatan keanekaragaman jamur tanah dapat menekan kejadian dari dominasi tipe mikroorganisme yang menyebabkan patogen, membantu menurunkan kemungkinan penyakit, yang mana akan memberikan pengaruh ke tanaman (Muhibuddin *et al.*, 2011). Oleh karena itu dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana keanekaragaman jamur tanah yang ada di lahan organik dan lahan konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian adalah bagaimana keanekaragaman jamur tanah pada lahan pertanian organik dan lahan konvensional serta pengaruh pengaplikasian fungisida berbahan aktif Mankozeb jamur tanah pada lahan organik dan lahan konvensional.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji: (1) keanekaragaman jamur tanah di lahan pertanian organik dan lahan yang diaplikasikan fungisida berbahan aktif *Mankozeb* (2) Pertumbuhan dan ketahanan jamur tanah pada pengaplikasian fungisida berbahan aktif *Mankozeb*.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah keanekaragaman jamur tanah lebih tinggi di lahan pertanian organik daripada lahan yang diaplikasikan fungisida berbahan aktif *Mankozeb*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang: (1) keanekaragaman jamur tanah di lahan pertanian organik dan lahan yang diaplikasikan Mankozebe (2) Ketahanan jamur tanah terhadap pengaplikasian fungisida berbahan aktif Mankozebe.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Mikroba Tanah

Populasi mikroba tanah yang terdiri atas alga biru-hijau, fitoplankton, bakteri, cendawan, dan aktinomiset pada permukaan dan lapisan olah tanah mencapai puluhan juta setiap gram tanah, yang merupakan bagian integral dan pembentuk kesuburan tanah pertanian. Proses daur ulang secara alamiah di permukaan dan lapisan olah tanah yang sangat penting bagi kegiatan pertanian tidak terjadi tanpa aktivitas mikroba (Rasti dan Sumarno, 2008). Menurut Atmojo (2003) bahan organik merupakan sumber energi bagi makro dan mikro-fauna tanah. Penambahan bahan organik dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi mikrobiologi dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik adalah fungi, bakteri dan aktomisetes.

Kualitas biologi tanah meningkat dengan adanya mikroorganisme tanah terutama pada rhizosfer. Beberapa mikroorganisme rhizosfer berperan dalam siklus hara dan proses pembentukan tanah, pertumbuhan tanaman, memengaruhi aktivitas mikroorganisme, serta sebagai pengendali hayati terhadap patogen akar (Prayudyaningsih *et al.*, 2015). Menurut Saraswati *et al.* (2004) secara umum menggolongkan fungsi mikroba menjadi empat, yaitu (1) meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dalam tanah, (2) sebagai perombak bahan organik dalam tanah dan mineralisasi unsur organik, (3) bakteri rizosfer-endofitik untuk memacu pertumbuhan tanaman dengan membentuk enzim dan melindungi akar dari mikroba patogenik, (4) sebagai agensia hayati pengendali hama dan penyakit tanaman.

Mikroba tanah berperan penting didalam pertumbuhan tanaman dengan cara membantu dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman melalui simbiosis dengan cara melepaskan unsur hara yang terikat dan tidak tersedia bagi tanaman menjadi bentuk yang tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Mikroba tanah juga berperan aktif dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit seperti mikroba penghasil antibiotik atau berupa patogen bagi organisme pengganggu tanaman (Soemarno, 2010).

1.2 Jamur

Jamur adalah mikroorganisme kecil, umumnya mikroskopis, eukariotik, berupa filamen (benang), bercabang, menghasilkan spora, tidak mempunyai klorofil dan mempunyai dinding sel yang mengandung kitin, selulosa atau keduanya. Sebagian besar jamur mempunyai tubuh vegetatif seperti tumbuhan yang kurang lebih terdiri dari filamen (benang) memanjang, bersambungan, bercabang, mikroskopis, mempunyai dinding sel yang jelas. Tubuh jamur disebut miselium dan cabang-cabang tunggal atau filamen dari miselium disebut hifa (Agrios, 2005).

Jamur mempunyai dua karakter yang mirip dengan tumbuhan, yaitu memiliki dinding sel yang sedikit keras dan organ reproduksi yang disebut spora (Alexopoulos dan Mims, 1979). Spora adalah tubuh reproduksi atau pembiakan yang terspesialisasi terdiri atas satu atau beberapa sel. Spora mungkin dibentuk secara aseksual (melalui produksi dengan pemisahan miselium, sel yang terspesialisasi, spora tanpa melibatkan kariogami dan meiosis) atau sebagai hasil proses seksual (Agrios, 1995). Jamur diklasifikasikan dalam *Mastigomycetous* atau *Zygomycetous*, *Ascomycetous*, *Basidiomycetous* dan *Mastigomycetous* atau *Deuteromycetous* (Watanabe, 1994).

1.2.1 Jamur Tanah

Jamur yang hidup di dalam tanah dan terdeteksi atau diisolasi dari tanah disebut jamur tanah. Beberapa jamur tanah yang hanya dapat diisolasi dari tanah dan beberapa jamur bersifat atipikal, yang mudah dan diisolasi dari atmosfer lain termasuk dari berbagai bahan organik. Beberapa jamur dapat hidup di tanah yang berasosiasi dengan bahan organik yang berasal dari makhluk hidup di atas tanah yang telah mati (Watanabe, 2002).

Mikroba perombak bahan organik dalam waktu 10 tahun terakhir mulai banyak digunakan untuk mempercepat proses dekomposisi sisa-sisa tanaman yang banyak mengandung lignin dan selulosa untuk meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Disamping itu, penggunaannya dapat meningkatkan biomas dan aktivitas mikroba tanah, mengurangi penyakit, larva insek, biji gulma, dan volume bahan buangan, sehingga dapat meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah. Pengertian umum mikroorganisme perombak bahan organik atau biodekomposer adalah mikroorganisme pengurai serat, lignin, dan senyawa organik yang mengandung nitrogen dan karbon dari bahan organik (sisa-sisa organik dari jaringan tumbuhan atau hewan yang telah mati). Mikroba perombak

bahan organik terdiri atas *Trichoderma reesei*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Phanerochaeta chrysosporium*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Thermospora*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium*, dan *Streptomyces*. jamur perombak bahan organik umumnya mempunyai kemampuan yang lebih baik dibanding bakteri dalam mengurai sisa-sisa tanaman (hemiselulosa, selulosa dan lignin) (Rasti dan Sumarno, 2008). Keberadaan jamur dan bakteri mampu memberikan pengaruh terhadap aktivitas mikroba patogen tanah. Komposisi, keragaman, dan aktivitas mikroorganisme penting untuk diperhitungkan dalam penekanan penyakit (Bonilla, *et al.* 2012).

1.3 Penyakit pada Tanaman Brokoli

1.3.1 Penyakit Akar Pekuk (*Plasmodiophora brassicae* Wor.)

Penyakit disebabkan oleh jamur *Plasmodiophora brassicae* Wor. Jamur ini mempunyai daur hidup yang susah, jamur membentuk spora tahan bulat, hialin garis tengahnya dapat mencapai 4 μ m. Spora tahan ini dapat berkecambah dalam medium yang sesuai, membengkak sampai mencapai ukuran beberapa kali dari ukuran semula, lalu menjadi satu spora kembara (zoospora), yang muncul melalui satu celah pada dinding sel. Didalam akar tanaman badan jamur, yang disebut plasmodium, selalu berada di dalam sel tumbuhan inang.

Spora tahan akan terbebas dari akar sakit jika akar ini terurai oleh jasad-jasad sekunder. Spora ini dapat segera tumbuh, tetapi dapat juga bertahan sangat lama. Penyebab penyakit ini dapat tersebar setempat oleh air drainasi, alat-alat pertanian, tanah yang tertiuip angin, hewan, dan bibit-bibitan (Semangun, 1989).

1.3.2 Bercak Daun *Altenaria* (*Altenaria brassicae* Berk.)

Penyebab penyakit disebabkan oleh jamur *Altenaria brassicae* (Berk.) jamur ini memiliki konidiofor yang menggerombol membentuk berkas-berkas. Konidium gelap, berbentuk gada terbalik, seperti buah murbei, berukuran 125-225 x 16-28 μ m, terbentuk sendiri-sendiri, atau membentuk ranting pendek. Gejala yang tampak pada tanaman biasanya pada daun terdapat bercak-bercak kecil berwarna kelabu gelap, yang meluas dengan cepat sehingga menjadi bercak bult, yang garis tengahnya dapat mencapai 1 cm. Pada cuaca lembab jamur tampak seperti bulu-bulu halus kebiruan di pusat bercak. Di dalam bercak sering terdapat cincin-cincin sepusat. Pada tangkai, batang, dan buah bercak berbentuk garis. Penyakit lebih banyak terdapat pada daun-daun tua. Jika pada daun terdapat banyak

bercak, daun akan cepat mati sehingga produksi akan terpengaruh (Semangun, 1989).

1.4 Fungisida

Fungisida merupakan bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk memberantas dan mencegah jamur (Wudianto, 2007 dalam Sari, *et al.*, 2014). Menurut Sudirman (2009), penggunaan fungisida menimbulkan pengaruh buruk terhadap lingkungan, namun pengguna fungisida enggan beralih ke jenis pengendali hayati. Permasalahan tersebut disebabkan oleh hambatan pertumbuhan dan perkembangan fungi patogen yang dikendalikan menggunakan fungisida lebih cepat dapat diamati hasilnya daripada menggunakan pengendali hayati, dan para pengguna fungisida tidak memahami akibat buruk dari penggunaan fungisida tersebut.

Fungisida yang populer digunakan di Indonesia antara lain adalah Manzate-200 (Mankozebe), Benlate (Benomil), BenlateT-20 (Benomil+Tiram), Daconil (klorotalonil), dan Dithane M-45 (mankozebe) (Wirjosoeharjo, 1987 dalam Sumardoyo, 2008). Berdasarkan cara kerjanya dalam tanaman, fungisida terbagi menjadi fungisida kontak (nonsistemik) dan sistemik, yang mempunyai mekanisme kerja yang berbeda. Fungisida kontak disebut juga protektan melindungi tanaman dari serangan patogen pada tempat aplikasi (permukaan tanaman). Fungisida jenis ini tidak dapat menyembuhkan tanaman yang sudah sakit (Sumardiyono, 2008). Sebaliknya fungisida sistemik bekerja sampai jauh dari tempat aplikasi dan dapat menyembuhkan tanaman yang sudah sakit. Fungisida ini terserap oleh jaringan tanaman dan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman. Fungisida sistemik bekerja bersama dengan proses metabolisme tanaman (Crowdy, 1977; Wain & Carter, 1977 dalam Sumardiyono, 2008). Beberapa bahan aktif fungisida yang sering digunakan :

1. Mankozebe

Fungisida Mankozebe merupakan fungisida kontak yang berfungsi mencegah infeksi jamur dengan menghambat perkecambahan spora yang menempel dipermukaan tanaman (Djojosemarto, 2004). Mankozebe merupakan fungisida dari golongan ditiokarbamat, berupa maneb (Mn-etilenbisditioarbamate) yang ditambah ion zink. Penambahan zink (seng) mengurangi fitoksisitas maneb (mangan) dan meningkatkan sifat fungisidalnya serta menambah ion seng pada tanaman yang kekurangan hara (Agrios, 2005). Mankozebe adalah bahan aktif yang merupakan sub kelas dari pestisida karbamat

yang disebut ditiokarbamat. Fungisida ini merupakan fungisida kontak yang berfungsi melindungi tanaman dari serangan jamur lebih lanjut dengan membentuk lapisan tipis pada permukaan tanaman dan secara perlahan mengeluarkan senyawa tertentu yang mengganggu aktivitas jamur. Fungisida ini mencegah pembentukan spora pada jamur sehingga tidak dapat menyebar (Djojsumarto, 2000)

2. Benomil

Benomil merupakan fungisida sistemik yang memiliki spektrum luas golongan benzimidazole. Sebagian besar benzimidazole pada permukaan tumbuhan berubah menjadi metilbenzidamizol karbamat (MBC) atau sering disebut sebagai karbendazim. Senyawa ini mengganggu pembelahan inti pada jamur-jamur yang sensitif. Senyawa benomil dapat mengganggu proses sintesis DNA (Agrios, 2005).

3. Propineb

Propineb (Zinc propylenebis ditiocarbamate) merupakan salah satu bahan aktif fungisida yang termasuk dalam kelas Ditiokarbamate. Fungisida *Ditiokarbamate* merupakan fungisida berspektrum luas yang digunakan untuk melawan patogen jamur. *Propineb* digunakan sebagai protektan dengan cara disemprotkan untuk mengambat perkecambahan spora (Djojsumarto, 2008).

1.5 Pertanian Organik

Cikal bakal pertanian organik sudah lama diketahui, sejak ilmu bercocok tanam dikenal manusia. Saat itu, semua dilakukan secara tradisional dan menggunakan bahan-bahan alamiah. Sejalan dengan perkembangan ilmu pertanian dan ledakan populasi manusia maka kebutuhan pangan juga meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan pangan tersebut dilakukan berbagai program intensifikasi di bidang pertanian. Salah satunya adalah rekayasa teknologi bibit unggul sehingga dikenal dengan nama 'revolusi hijau' (*Green Revolution*) (Nurhidayati, *et al.* 2008). Namun seiring berjalannya waktu akibat dari revolusi hijau mengakibatkan dampak yang buruk terhadap lingkungan sekitar yang mana di dalam gerakan revolusi hijau mengutamakan penggunaan pestisida sintetik dan pupuk kimia yang berdampak terhadap rusaknya lingkungan.

Pertanian organik adalah teknik budidaya pertanian yang mengandalkan bahan-bahan alami tanpa menggunakan bahan-bahan kimia buatan pabrik. Tujuan utama pertanian organik adalah menyediakan produk-produk pertanian, terutama bahan pangan yang aman bagi kesehatan produsen dan konsumennya

serta tidak merusak lingkungan. Gaya hidup sehat demikian telah melembaga secara internasional yang mensyaratkan jaminan bahwa produk pertanian harus beratribut aman dikonsumsi (*food-safety attributes*), kandungan nutrisi tinggi (*nutritional attributes*) dan ramah lingkungan (*eco-labelling attributes*). Preferensi konsumen seperti ini menyebabkan permintaan produk pertanian organik dunia meningkat makin pesat (Nurhidayati, *et al.* 2008).

Pertanian organik juga sistem pertanian yang holistik yang mendukung dan mempercepat biodiversiti, siklus biologi dan aktivitas biologi tanah. Sertifikasi produk organik yang dihasilkan, penyimpanan, pengelolaan, panen dan pemasaran harus sesuai standar yang ditetapkan oleh badan standarisasi (IFOAM, 2008).



BAB III. Metode Penelitian

1.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel tanah pada tanaman brokoli di lahan *Agrotechno Park* Cangar, Brawijaya dan konvensional tanaman brokoli milik Bapak Sugeng, Cangar, Kota Batu. Kegiatan dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan 3 Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian dimulai pada bulan Januari hingga April 2018.

1.2 Alat dan Bahan Penelitian

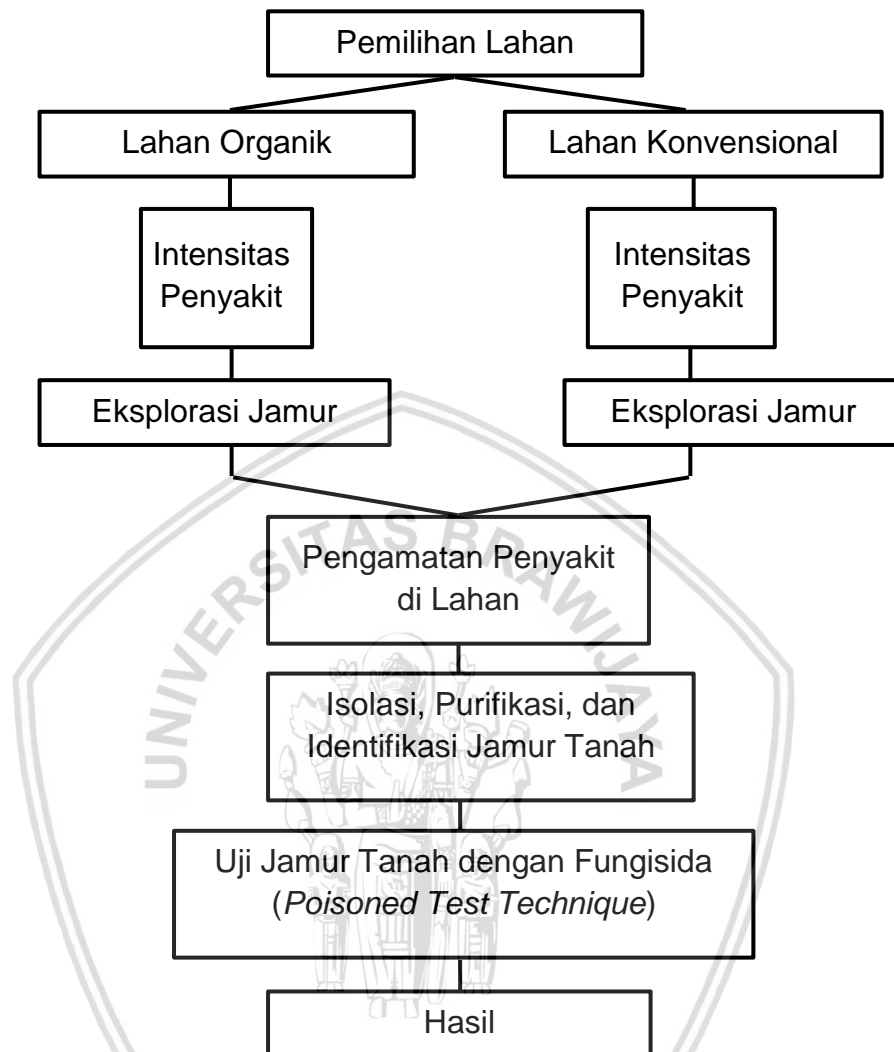
Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah antara lain : cetok, plastik, spidol permanen, dan kotak es. Alat yang digunakan dalam isolasi, purifikasi, dan identifikasi jamur antara lain : cawan petri dengan diameter 9 cm, stick L, tabung reaksi, *handprayer*, jarum ose, gelas ukur 50 ml, tabung erlenmeyer 250 ml, beaker glass 500 ml, botol media ukuran 500 ml, *object glass*, *cover glass*, mikropipet, pinset, bunsen, korek api, *autoclave*, *Laminator Air Flow Cabinet* (LAFC), timbangan analitik, mikroskop compound perbesaran 400x dan buku identifikasi jamur *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi* (Watanabe, 2002).

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain sampel tanah tanaman brokoli pada lahan pertanian organik dan konvensional, spirtus, alkohol 70%, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), antibiotik (*Cloramphenicol*), aluminium foil, *plastik wrapping*, *tissue*, kapas, dan kertas label.

1.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, eksplorasi dan komparasi. Survei dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait kondisi lahan mengenai sejarah lahan dan budidaya tanaman dengan petani setempat. Eksplorasi dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman jamur tanah di lahan pertanian organik dan pertanian konvensional. Komparasi dilakukan perbandingan dari hasil ekplorasi yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan keanekaragaman jamur tanah di lahan pertanian organik dan lahan pertanian konvensional. Pelaksanaan diawali dengan melakukan survei, survei dilakukan pada lahan pertanian organik dan lahan pertanian konvensional dilakukan wawancara dengan petani setempat. Tujuan dilakukannya survei untuk mendapatkan data dan informasi tentang budidaya melalui wawancara meliputi

sejarah lahan, persiapan benih, pengolahan lahan, penanaman, perawatan, dan panen (Lampiran 1). Alur metode pelaksanaan dipaparkan pada (gambar 1).



Gambar 1. Prosedur Penelitian

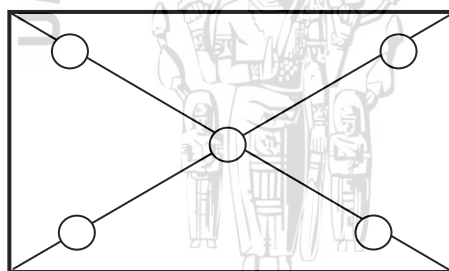
1.3.1 Pembuatan Media

Menyiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan untuk eksplorasi antaranya yaitu isolasi, purifikasi, dan identifikasi jamur tanah. Bahan pengujian diantaranya yaitu aquades dan tisu serta alat berbahan *glassware* terlebih dahulu di sterilisasi menggunakan *autoclave* selama 120 menit dengan suhu 121°C. Pembuatan PDA (*Potato Dextrose Agar*) dengan cara melarutkan 39 gram PDA ke dalam aquades steril sebanyak 1 liter dan diaduk hingga PDA tercampur merata dan di sterilisasi dengan menggunakan *autoclave* selama 120 menit dengan suhu 121°C. Penambahan *chloramphenicol* sebanyak 500 mg pada media PDA yang telah di sterilkan untuk mencegah kontaminasi bakteri pada media PDA. Media PDA adalah media yang kaya nutrisi dan bersifat selektif

terhadap jamur endofit. Karbohidrat dan senyawa yang terkandung dalam kentang mampu mendukung pertumbuhan jamur endofit (Ariyono *et al.*, 2014).

1.3.2 Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel tanah pada masing-masing lahan dilakukan 3 kali, untuk isolasi jamur dan analisis tanah. Sampel tanah diambil menggunakan cetok dengan kedalaman kurang lebih 20 cm (Suamba *et.al.*, 2014). Pengambilan sampel tanah dengan menggunakan metode diagonal yaitu pada setiap lahan diambil 5 titik sampel, dimana penentuan titik pengambilan sampel dengan menggunakan GPS yang bertujuan untuk mengetahui jarak antara titik pengambilan sampel. kemudian dikompositkan dan dimasukkan kedalam kantong plastik yang berukuran 1 kg dan diberi label sesuai dengan titik sampel yang diambil. Supaya sampel tanah tidak rusak ketika perjalanan ke laboratorium, sampel tanah dimasukkan kedalam kotak es yang berisi es batu. Pada pengambilan sampel tanah dilakukan pembuatan denah titik sampel dengan menggunakan aplikasi GPS untuk memudahkan penandaan titik pengambilan sampel.



Gambar 2. Skema pengambilan sampel tanah

1.3.3 Isolasi Jamur dari Sampel Tanah

Isolasi jamur tanah dilakukan dengan metode *dilution plate*, yakni teknik pengenceran bertingkat. Tujuan dari pengenceran bertingkat yaitu memperkecil atau mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi dalam caira (Cahyani, 2014). Menimbang tanah sebanyak 10 gram kemudian diletakan pada tabung reaksi yang ditambahkan aquades steril hingga 100 ml. Tanah dan aquades dicampur kemudian digojok hingga homogen. Suspensi yang didapat diambil 1 ml dan dimasukkan kedalam tabung reaksi dengan menambahkan aquades steril 9 ml dan dilakukan pengenceran hingga mencapai tingkat pengenceran 10^{-5} cfu per gram. Hasil pengenceran diambil 1 ml dituangkan kedalam cawan petri yang berisi PDA padat dengan diratakan menggunakan *stik L* dan cawan petri

direkatkan dengan menggunakan plastik wrap dan diinkubasi pada suhu ruang 27-28°C selama 3-4 hari. Kegiatan ini dilakukan sampai 3 kali ulangan.

1.3.4 Purifikasi

Pemurnian dilakukan pada setiap koloni jamur yang dianggap berbeda berdasarkan morfologi jamur dalam cawan petri yang meliputi warna dan bentuk koloni jamur dalam cawan petri yang telah diisolasi. Masing-masing koloni jamur yang dianggap berbeda diambil menggunakan jarum ose kemudian jamur yang terambil diletakkan di cawan petri yang berisi media PDA baru. Purifikasi dilakukan di dalam LAFC untuk mencegah terjadinya kontaminasi dari mikroorganisme lain.

Hasil isolasi diinkubasi pada suhu ruang 27-28°C dan dilakukan pengamatan koloni. Selanjutnya dilakukan pembuatan preparat jamur dilakukan dengan cara mengambil isolat jamur menggunakan jarum ose lalu diletakkan di *object glass* yang telah diberi sedikit PDA kemudian ditutup menggunakan *cover glass*. Preparat yang telah jadi diinkubasi selama 2-3 hari di dalam wadah yang telah dialasi dengan tisu yang telah diberi aquades steril supaya lembab dan ditutup rapat agar tidak terjadi kontaminasi.

1.3.5 Identifikasi jamur

Identifikasi jamur dilakukan dengan cara pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis pada jamur. pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan melihat warna dan bentuk koloni. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan mengamati hifa, spora, konidiofor, septa dan konidia. Menurut Gandjar, dkk (1999) dalam melakukan pengamatan morfologi koloni, dapat dilihat dari warna permukaan koloni, selain itu dilihat ada tidaknya garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni dan juga ada tidaknya lingkaran-lingkaran konsentris. Pengamatan mikroskopis dengan cara melihat hifa (berseptum atau tidak), warna hifa, bentuk hifa, bentuk konidia, dan ukuran spora. Identifikasi jamur dilakukan dengan menggunakan panduan *buku Compendium of Soil Fungi, Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species (Second Edition)*, dan Pengenalan Kapang Tropik Umum.

Pengamatan penyakit dilakukan di lahan organik dan lahan konvensional tanaman brokoli khususnya penyakit tular tanah (*soil borne disease*). Lalu dilakukan pengamatan di laboratorium untuk mengidentifikasi penyakit yang

ditemukan. Tahap pengamatan yang dilakukan di laboratorium meliputi isolasi, purifikasi, dan identifikasi.

1.3.6 Pengujian Fungisida

Analisis fungisida diuji menggunakan metode *Poisoned Food Technique*. Pengujian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) untuk fungisida dengan beberapa dosis yang sesuai untuk menumbuhkan jamur. Fungisida yang digunakan Bazooka 80 WP dengan bahan aktif mankozeb.

Perlakuan yang digunakan untuk pengujian peracunan terdapat 6 jenis diantaranya sebagai berikut:

Kontrol : Tanpa fungisida

P1 : Perlakuan konsentrasi 0,5 g/l

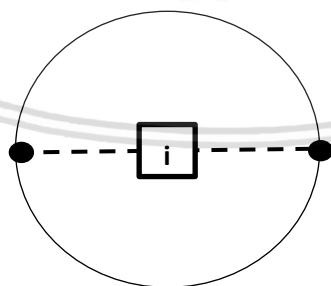
P2 : Perlakuan konsentrasi 1 g/l

P3 : Perlakuan konsentrasi 1,5 g/l

P4 : Perlakuan konsentrasi 2 g/l

P5 : Perlakuan konsentrasi 2,5 g/l

Setiap perlakuan fungisida yang digunakan, dihomogenkan dalam media yang akan ditumbuhkan isolat jamur. Selanjutnya membiarkan cawan petri yang berisi media PDA dan fungisida memadat. Jamur yang digunakan pada uji peracunan fungisida yaitu 2 isolat jamur tanah lahan organik dan 2 isolat lahan konvensional yang dominan ditemukan dari hasil isolasi. Jamur tersebut diletakkan di cawan petri dengan ulangan 3 kali dan diamati setiap hari selama 7 hari serta diukur diameternya.



Gambar 3. Letak Inokulum pada Media PDA dalam Cawan Petri (i: titik inokulasi.).

1.4 Variabel Pengamatan

1.4.1 Deskripsi Keanekaragaman

Deskripsi keanekaragaman jamur tanah bertujuan untuk mengetahui jenis jamur tanah yang ditemukan di lahan pertanian organik dan lahan pertanian konvensional tanaman brokoli. pengamatan dilakukan dengan mendeskripsikan

masing-masing koloni jamur tanah berdasarkan kenampakan makroskopi. Menurut Gandjar *et.al* (1999) pengamatan morfologi koloni jamur meliputi :

1. Warna dan permukaan koloni (granular, seperti teuing, menggunung, licin, ada atau tidak ada tetes-tetes eksudat; halus, kasar, rata).
2. Warna sebalik koloni (*reverse side*).
3. Garis-garis radial dari pusat koloni kearah tepi koloni, ada atau tidak. Lingkaran konsentris, ada atau tidak.

Identifikasi jamur tanah yang ditemukan di lahan pertanian organik dan lahan pertanian konvensional dilakukan dengan cara pengamatan mikrokopis pada jamur. Pengamatan mikroskop yang akan dilakukan meliputi (Gandjar *et al.*, 1999):

1. Hifa berseptum atau tidak.
2. Bentuk hifa (spiral, mempunyai rhizoid atau bernodul).
3. Ukuran spora aseksual (besar 20-100 mm atau kecil 1-5 mm).
4. Pengaturan spora aseksual (produksi tunggal, berantai, atau berbentuk klaster).

1.4.2 Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman bertujuan untuk menghitung keanekaragaman jamur tanah di lahan organik dan konvensional tanaman wortel. Indeks keanekaragaman dihitung dengan rumus sebagai berikut (Ludwig dan Reynold, 1988).

$$H' = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \frac{N}{n_i}$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman Shannon

S : Jumlah spesies

Ni : Jumlah jenis ke i dalam sampel total

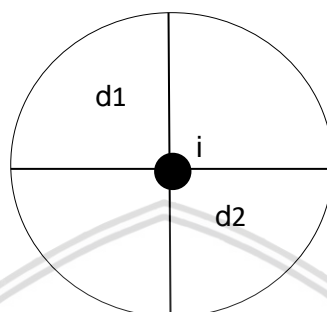
N : Jumlah individu seluruh jenis

Table 1. Kriteria Keanekaragaman

Nilai Keanekaragaman (H')	Kriteria
$H' < 1,0$	Keanekaragaman rendah, penyebaran jumlah individu tiap jenis rendah.
$1,0 > H' < 3,0$	Keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap jenis sedang.
$H' > 3,0$	Keanekaragaman tinggi, penyebaran jumlah individu tiap jenis tinggi.

1.4.3 Diameter Koloni

Pengukuran diameter koloni bertujuan untuk mengetahui diameter koloni jamur tanah. Pengukuran panjang diameter 1 dan diameter 2 koloni menggunakan satuan centimeter (cm) dilakukan pada empat arah diagonal tegak lurus melalui titik inokulasi. Data diameter koloni tersebut berikutnya dirata-rata untuk memperoleh data setiap pengamatan.



Gambar 4. Cara Pengukuran Diameter Koloni (i: titik inokulasi; d1: diameter 1; d2: diameter 2)

Setelah diperoleh hasil diameter koloni jamur pada setiap perlakuan fungisida dihitung tingkat hambatan relatif (THR) berdasarkan rumus sebagai berikut menurut (Yuliana *et al.* 1987 *dalam* Dalimunthe *et al.*, 2015):

$$THR = \frac{dk - dp}{dk} \times 100\%$$

Keterangan:

THR : Tingkat hambatan relatif.

dk : Diameter koloni jamur pada kontrol.

dp : Diameter koloni jamur pada perlakuan.

1.5 Analisa Data

Data hasil keanekaragaman jamur tanah diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2016 dan SPSS 22.0. Hasil analisis fungisida diolah menggunakan Uji ANOVA dan apabila terdapat nilai yang berbeda nyata diuji lanjut menggunakan Uji DUNCAN pada taraf kesalahan 5%.



BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Kondisi Lahan

Kondisi aktual lahan pada pengambilan sampel tanah yang berada di dua lokasi yaitu pada lahan organik berada di *Agrothecno Park* (ATP) Universitas Brawijaya, Cangar dan lahan konvensional yang diaplikasikan fungisida berbahan aktif mankozeb di Desa Sumber Brantas, Cangar, Kecamatan Batu. Berdasarkan hasil survei dan wawancara petani, pada lahan konvensional dan lahan organik. Luas area lahan konvensional sebesar 5.000 m² dan luas lahan organik sebesar 200 m². Hasil penelusuran budidaya tanaman brokoli secara lengkap disajikan pada tabel 3.

Table 1. Penelusuran Budidaya Tanaman

No	Teknik Budidaya	Lahan Organik	Lahan Konvensional
1	Sejarah lahan	<ul style="list-style-type: none"> Sejak 20 tahun yang lalu Komoditas hortikultura seperti brokoli, bit, wortel. 	<ul style="list-style-type: none"> 5 tahun terakhir komoditas hortikultura seperti brokoli, cabai, sawi, dan tomat.
2	Pengolahan tanah	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan cangkul. Pupuk ayam dan dolomit kandang 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan cangkul. Pupuk kandang dan ditutup dengan tanah.
3	Varietas	<ul style="list-style-type: none"> Varietas Sakata. 	<ul style="list-style-type: none"> Varietas Sakata.
4	Pemupukan	<ul style="list-style-type: none"> Pupuk kandang 	<ul style="list-style-type: none"> Pupuk kandang, urea, Za, NPK, dan SP₃₆.
5	Pengairan	<ul style="list-style-type: none"> Sumber air sungai yang disalurkan menggunakan selang. 	<ul style="list-style-type: none"> Sumber air sungai, Pada saat musim kemarau pengairan menggunakan sprinkel Pada saat musim hujan menggunakan pengairan tadah hujan.
6	Penyakit yang menyerang	<ul style="list-style-type: none"> Bercak Daun 	<ul style="list-style-type: none"> Bercak Daun
7	Serangan Penyakit	<ul style="list-style-type: none"> 0 – 25% 	<ul style="list-style-type: none"> 15 – 50%
8	Hama yang menyerang	<ul style="list-style-type: none"> Ulat, uret 	<ul style="list-style-type: none"> Kutu daun, uret
9	Pengendalian OPT	<ul style="list-style-type: none"> Pengendalian hama cara handpicking Penyakit tidak dilakukan pengendalian 	<ul style="list-style-type: none"> Pengendalian yang digunakan yaitu dengan menggunakan fungisida berbahan aktif <i>Mankoze</i>b dan Insektisida.

Sejarah lahan pada lahan organik dan konvensional pada tanaman brokoli, pada *Agrotechno Park* Cagar Universitas Brawijaya sudah 20 tahun menerapkan sistem pertanian organik dimana komoditas yang ditanaman adalah tanaman hortikultura. Sedangkan pada lahan konvensional 5 tahun terakhir menanam komoditas hortikultura. Pengolahan budidaya brokoli pada kedua lahan menggunakan cara tradisional dengan cara dicangkul pada saat melakukan pengolahan tanah yang bertujuan untuk menggemburkan tanah dan membalikkan tanah. Perbedaan pengolahan tanah pada kedua lahan yaitu pada bahan masukan yang diberikan. Pada lahan konvensional diberikan pupuk kandang, pupuk Za, SP_{36} dan NPK sedangkan lahan organik diberikan pupuk kandang 500 kg/ 200 m², dolomit sebanyak 5 kg/ 200 m² dan diberi PGPR jika ada sebanyak 400 ml/ 15 liter air serta diberikan sisa-sisa hasil panen berupa seresah yang tidak terserang penyakit. Varietas yang digunakan pada kedua lahan yaitu sakata.

Pengairan pada kedua lahan menggunakan sumber air yang sama yaitu sumber air sungai, namun pada lahan organik pengairannya menggunakan selang secara manual sedangkan pada lahan konvensional menggunakan spinkler untuk mengalirkan air ke tanaman pada musim kering sedangkan pada musim penghujan pengairan yang digunakan adalah tadah hujan. Penyakit yang menyerang tanaman pada kedua lahan yaitu bercak hitam pada daun. Tingkat serangan penyakit pada lahan organik sebesar 0 – 25 % sedangkan pada lahan konvensional tingkat serangan sebesar 15 – 50 %. Hama yang sering ditemukan di lahan organik yaitu ulat dan uret, sedangkan hama yang sering ditemukan di lahan konvensional yaitu kutu daun dan uret. Pengendalian OPT yang dilakukan pada lahan organik yaitu secara manual dengan mengambil tanaman yang terserang dengan menggunakan tangan dan penambahan PGPR sedangkan pada lahan konvensional dengan menggunakan insektisida dan fungisida. Fungisida yang digunakan yaitu fungisida berbahan aktif mankozeb. Pengaplikasian fungisida diberikan secara berkala yaitu 3 kali dalam seminggu, dengan dosis pemberian yaitu 2,5 g/l.

1.2 Hasil Identifikasi Jamur Tanah

Hasil eksplorasi jamur tanah di lahan organik dan lahan yang diaplikasikan fungisida didapatkan 28×10^5 koloni per gram tanah terdiri dari 11 isolat jamur tanah dengan 7 genus dimana 3 genus di lahan organik dan 4 genus di lahan yang diaplikasikan fungisida. Hasil eksplorasi ditunjukkan pada tabel 4.

Table 2. Hasil Eksplorasi Jamur

Lahan	Hasil Ekplorasi		Jumlah koloni per gram tanah
	Jenis Jamur	Kode Isolat	
Organik	<i>Penicillium</i> sp.	O1	10×10^5
	<i>Penicillium</i> sp.	O2	2×10^5
	<i>Aspergillus</i> sp.	O3	1×10^5
	<i>Penicillium</i> sp.	O4	2×10^5
	<i>Penicillium</i> sp.	O5	2×10^5
	Tidak teridentifikasi	O6	3×10^5
	<i>Aspergillus</i> sp.	O7	1×10^5
Jumlah			21×10^5
Konvensional	<i>Acremonium</i> sp.	K1	1×10^5
	<i>Geotrichum</i> sp.	K2	4×10^5
	<i>Acremonium</i> sp.	K3	1×10^5
	<i>Fusarium</i> sp.	K4	2×10^5
Jumlah			8×10^5

Keterangan: O: Organik; K: Konvensional

Hasil eksplosrasi menunjukkan bahwa lahan organik lebih banyak ditemukan jumlah koloni jamur dibandingkan dengan lahan konvensional. Lahan organik didapatkan jumlah total koloni jamur sebesar 21×10^5 per gram tanah yang terdiri dari 7 isolat jamur tanah dengan 3 genus dan 7 spesies dari *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan Jamur tidak teridentifikasi. Lahan yang diaplikasikan fungisida didapatkan 8×10^5 koloni per gram tanah terdiri dari 4 isolat jamur tanah dengan 4 genus dan 4 spesies dari *Penicillium* sp., *Geotrichum* sp., *Acremonium* sp., *Fusarium* sp. Hal ini dikarenakan pada lahan organik terdapat bahan organik yang tinggi selain itu tidak ada penggunaan bahan-bahan kimia yang dapat mempengaruhi sehingga keanekaragaman jamur tanah lebih banyak pada lahan organik. Hal ini sesuai dengan Wijaya (2014) menyatakan bahwa, teknik budidaya secara organik dengan menambahkan pupuk kandang dan kompos dapat meningkatkan mikroorganisme dalam tanah dalam jaringan maupun permukaan tanaman apabila terbawa oleh angin maupun air.

Dari hasil eksplorasi jamur yang ditemukan, masing-masing jamur memiliki potensi. Jamur *Aspergillus* sp. berpotensi di alam sebagai perombak

atau pendegradasi selulosa, dapat menguraikan serasah daun-daunan dalam rentang waktu yang singkat (Maulidar, 2017). Menurut Crystovel (2015) menyatakan jamur *Penicillium* sp. banyak tersebar di alam secara alami dan penting dalam mikrobiologi makanan. Jamur ini sering menyebabkan kerusakan pada sayuran, buah-buahan dan sereal. Jamur *Geotrichum* merupakan jamur yang memiliki sebaran luas di seluruh dunia dan berperan sebagai penyerang sekunder pada aneka macam tanaman, jamur ini dapat bersifat saprofit (Barnet dan Hunter, 1989). Jamur *Acremonium* sp. merupakan jamur tanah yang bersifat saprofitik dan memiliki aktivitas selulolitik. Jamur ini memiliki peran penting dalam menjaga kelangsungan daur materi dan tingkat kesuburan alami tanah hutan (Ilyas, 2007 dalam Maulidar, 2013). *Fusarium* sp. bersifat *soil inhibitor* sehingga dapat bertahan sangat lama sampai beberapa tahun di tanah tanpa adanya inang dari jamur *Fusarium* tersebut (Nugraheni, 2010 dalam Maulidar, 2013).

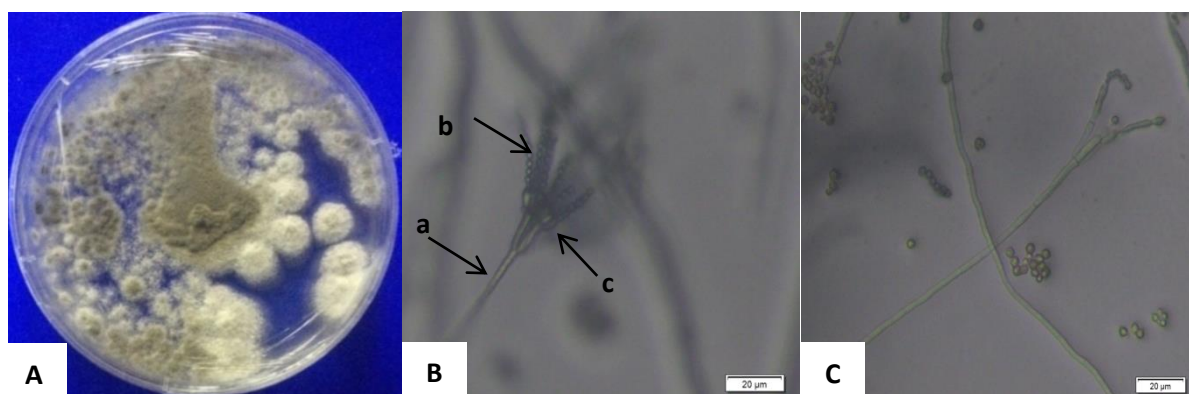
1.3 Hasil Identifikasi Jamur Tanah pada Lahan Brokoli

1.3.1 Hasil Identifikasi Jamur Tanah pada Lahan Brokoli Organik

O1 (*Penicillium* sp.) 1

Hasil dari pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni saat 3 hari setelah purifikasi berwarna putih, ketika berumur 7 hari setelah purifikasi koloni berwarna hijau keabu-abuan. Pola penyebaran koloni pada media menyebar, tekstur permukaan koloni kasar seperti beludru, kepadatan rapat. Koloni jamur tidak memiliki lingkaran konsentris. Ukuran diameter koloni sebesar 9 cm saat berumur 4 hari di media PDA.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan sekat hifa yang tidak terlihat jelas, berwarna hialin. Konidiofor bersekat, bercabang, tegak dan ramping. Konidia tersusun berantai lurus memanjang. Konidia berbentuk bulat tersusun seperti rantai. Menurut Watanabe (2002), konidia hialin, berbentuk bulat, sebaran fialid satu rantai konidia yang berlimpah. Jika dilihat dari ciri-ciri tersebut jamur tersebut masuk kedalam jamur *Penicillium* sp. Menurut Barnet dan Hunter (1998) jamur *Penicillium* sp. memiliki konidiofor terpisah, bercabang, dekat fialid atau dipucuk. Konidia hialin, sebagian besar konidia berbentuk bulat atau bulat telur, konidia pada rantai terdiri dari dua atau lebih. Maka isolat O1 termasuk jamur *Penicillium* sp

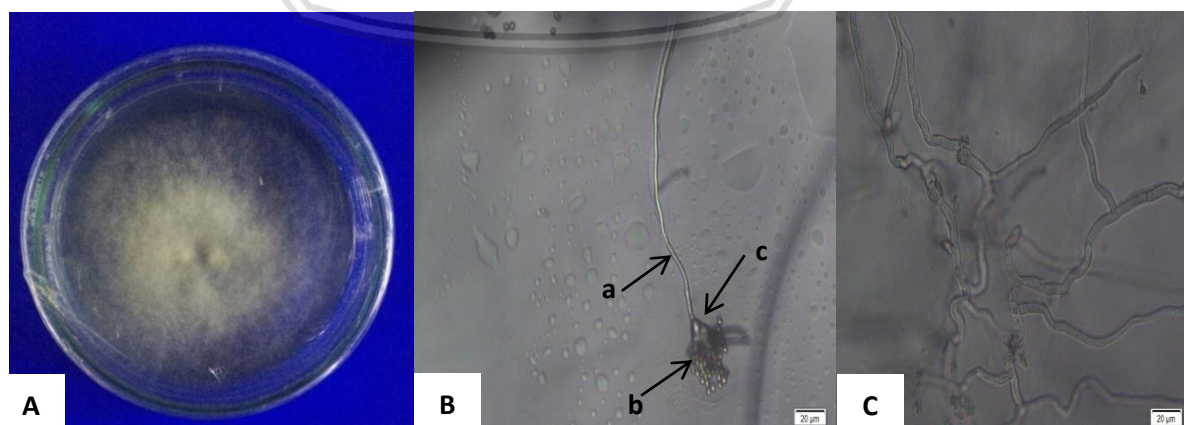


Gambar 1. Jamur *Penicillium* sp. A. Makroskopis jamur 7 hsi pada media PDA B. Mikroskopis jamur (a) Konidiofor (b) Konidia (c) Fialid. C. Hifa

O2 (*Penicillium* sp.) 2

Pengamatan makroskopis menunjukkan, koloni berwarna putih. Memiliki tekstur halus, kerapatan agak rapat dan ketebalan agak rapat. Tidak memiliki lingkaran konsentris, permukaan koloni halus, bagian tepi menyerupai benang. Diameter jamur sebesar 7 cm pada saat berumur 7 hari pada media PDA.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiofor bersekat, hialin, sederhana dan tegak lurus. Konidia berbentuk globose dan membentuk rantai. Menurut Wanatabe (2002) menyatakan jamur *Penicillium* sp. memiliki kodiofor hialian, tegak, dan bercabang. Konidia berwarna gelap, berbentuk globose dan terdiri dari 1 sel dan menurut Barnet dan Hunter (1989) menyatakan jamur *Penicillium* sp. memiliki ciri-ciri konidiofor bercabang. Konidia hialin, sebagian besar konidia berbentuk bulat atau bulat telur, konidia pada rantai terdiri dari dua atau lebih. Maka isolat O2 termasuk jamur *Penicillium* sp.

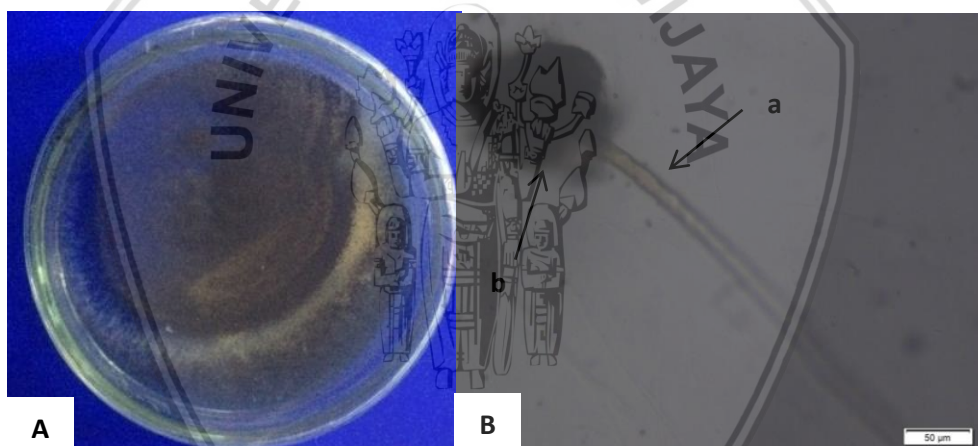


Gambar 2. Jamur *Penicillium* sp. A. Makroskopis jamur 7 hsi pada media PDA B. Mikroskopis jamur (a) Konidiofor (b) Konidia (c) Fialid. C. Hifa

O3 (*Aspergillus* sp.) 1

Pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni berwarna abu-abu kehitaman dengan bagian tepi berwarna hitam dan warna dasar hitam. Tekstur agak halus, memiliki kerapatan yang cukup rapat dan memiliki ketebalan yang tebal, tipe penyebarannya membulat teratur ke seluruh petri. Pada umur 7 hari ukuran diameter 9 cm pada media PDA.

Pengamatan mikroskopis menunjukan hifa bersekat dan berwarna hialin. Konidiofor berwarna hialin, tegak lurus, tidak bersekat, bentuknya sederhana. Konidia berwarna hitam, berbentuk bulat dan tidak bercabang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Barnet dan Hunter (1998) menyatakan bahwa, jamur *Aspergillus* sp. memiliki konidiofor tegak lurus dan sederhana. Konidia yang terdiri satu sel berbentuk bulat dan Wanatabe (2002) menyatakan, konidiofor hialin, tegak, sederhana dan konidia berebentuk bulat. Maka isolat O3 termasuk jamur *Aspergillus* sp.



Gambar 3. Jamur *Aspergillus* sp. A. Makroskopis jamur 7 hsi pada media PDA B. Mikroskopis jamur (a) Konidiofor (b) Konidia.

O4 (*Penicillium* sp.) 3

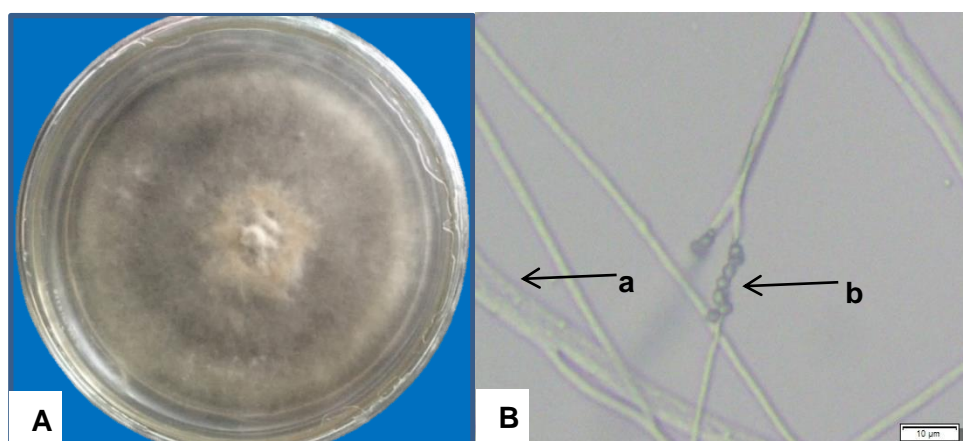
Pengamatan maksroskopis menunjukkan bahwa koloni berwarna putih. Memiliki tekstur yang halus, kerapatan yang rapat, dan ketebatal yang cukup tebal, tidak memiliki lingkaran konsentris, pola persebaran menyebar. Ukuran diameter koloni sebesar 6 cm saat berumur 8 hari pada media PDA.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan hifa tidak bersekat dan hialin. Konidiofor bersekat tegak lurus. Konidia berbentuk globose membentuk rantai. Barnet dan Hunter (1989) menyatakan bahwa jamur *Penecillium* sp. memiliki ciri-ciri kinidiofor terpisah, bercabang. Konidia hialin, sebagian besar







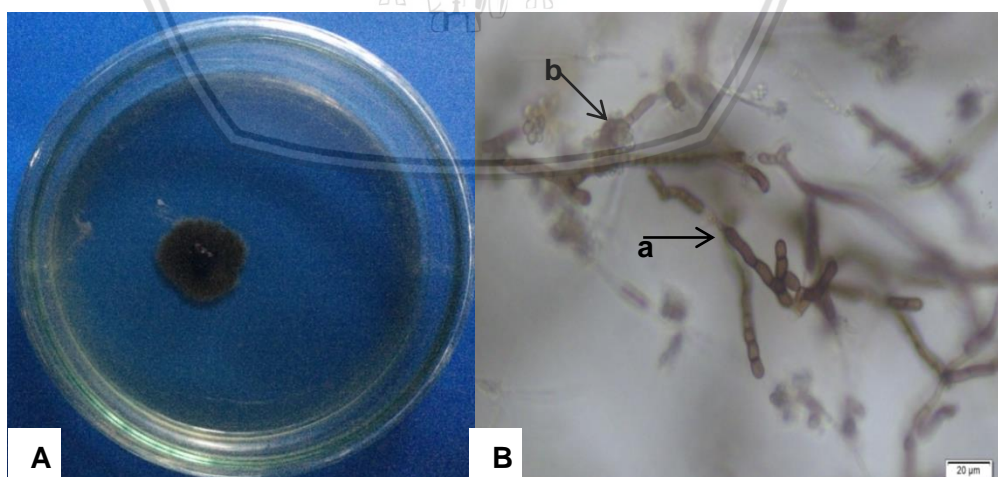


Gambar 8. Jamur *Acremonium* sp. A. Makroskopis jamur 7 hsi pada media PDA
B. Mikroskopis Jamur (a) Hifa (b) Konidia

K2 (*Geotrichum* sp.)

Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan koloni berwarna hijau kehitaman. Tekstur halus, kerapatan rapat, ketebalan yang tebal dan tidak memiliki lingkaran konsentris. Pertumbuhan koloni lambat ukuran diameter 1,9 cm pada saat berumur 7 hari di media PDA.

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat, konidiofor bersekat dan berwarna gelap. Konidia berbentuk rantai, berwarna coklat kehijauan. Menurut Barnet dan Hunter (1989), menyatakan jamur *Geotrichum* sp. konidiofor panjang, gelap, tegak, dan bercabang. Menurut Watanabe (2002) menyatakan konidia hialin, silindris, berbentuk lonjong, subglobose. Maka isolat K 2 termasuk jamur *Geotrichum* sp.

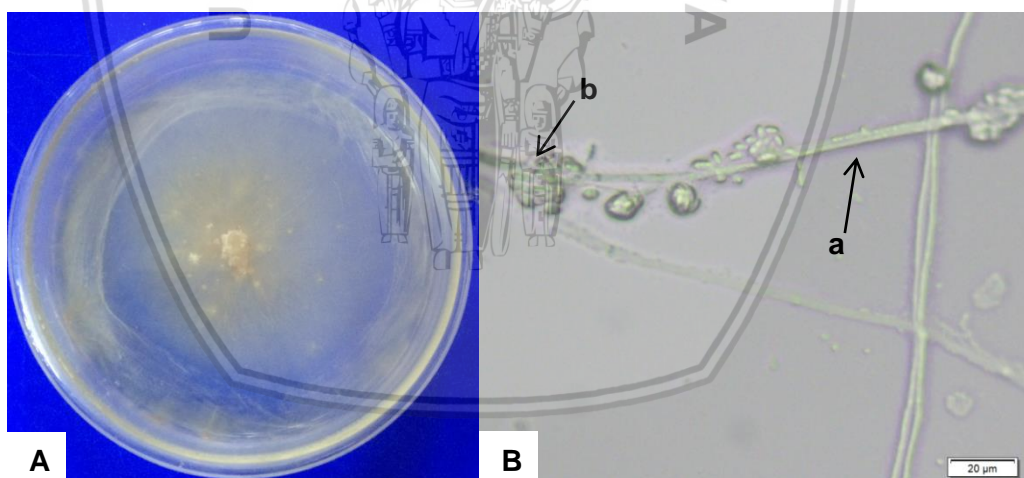


Gambar 9. Jamur *Geotrichum* sp. A. Makroskopis jamur 7 hsi pada media PDA
B. Mikroskopis jamur (a) Konidiofor (b) Konidia.

K3 (*Acremonium* sp.) 2

Hasil pengamatan secara makroskopis menunjukkan warna koloni saat 4 hsp berwarna putih, 7 hsp berwarna krem. Bagian tepi koloni berwarna putih. Tidak memiliki lingkaran konsentris, tekstur halus, dengan kerapatan yang rapat dan ketebalan yang tidak tebal. Ukuran diameter 6 cm saat berumur 7 hari pada media PDA. Menurut Akmalarasati *et al.* (2013) menyatakan jamur *Acremonium* sp. memiliki ciri-ciri makroskopis yaitu warna permukaan koloni putih, pigmentasi koloni krem dan tipe pertumbuhan hifa radial.

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiofor tidak bersekat, konidia bersel satu berbentuk batang. Menurut Watanabe (2002) menyatakan jamur *Acremonium* sp. memiliki konidiofor hialin, tegak, sederhana dan bercabang. Konidia bersel satu berbentuk silindris atau elips yang memanjang dan menurut Gandjar *et al.* (1999) menyatakan jamur *Acremonium* sp. memiliki konidia bersel satu tampak bergerombol membentuk suatu kepala yang berlendir, berbentuk elips yang memanjang hingga bulat, berwarna hialin dan berdinding halus. Maka isolat K 3 termasuk jamur *Acremonium* sp.



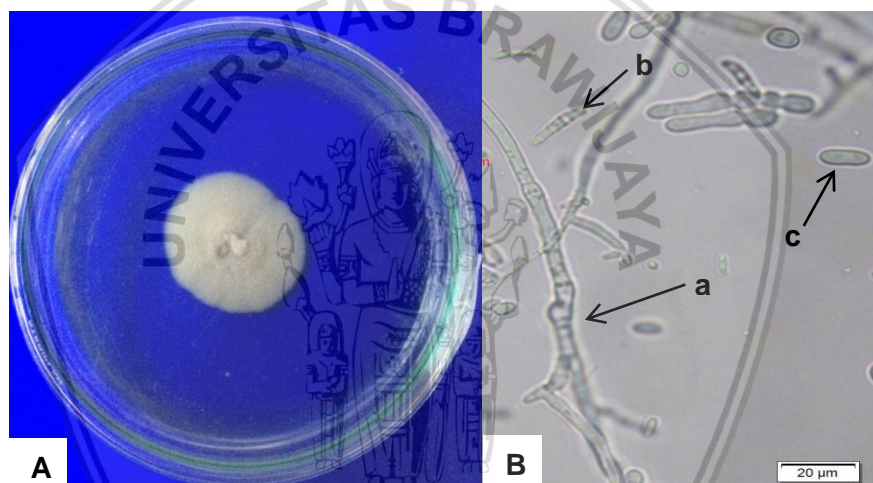
Gambar 10. Jamur *Acremonium* sp. A. Makroskopis jamur 7 hsi pada media PDA B. Mikroskopis jamur (a) hifa (b) Konidia.

K4 (*Fusarium* Sp.)

Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan warna koloni saat muda berwarna putih, ketika tua berwarna merah muda. Pola sebaran tidak konsentris, tekstur halus dengan kerapatan tebal, ketebalan tebal dan sebalik koloni berwarna merah muda. Ukuran diameter kolonis sebesar 4 cm saat berumur 7 hari di media PDA. Menurut Gandjar (1999) menyatakan jamur *Fusarium* sp.

memiliki koloni tumbuh dalam 4 hari mencapai 7,5 – 9 cm, koloni berwarna agak putih atau agak merah muda.

Pengamatan mikroskopis menunjukkan hifa bersekat dan hialin. Konidiofor hialin dan bercabang. Makrokonidia berbentuk seperti bulan sabit, dan bersepta. Mikrokonidia tidak bersepta, berbentuk ovoid. Menurut Barnett dan Hunter (1998), menyatakan bahwa jamur *Fusarium* sp. memiliki miselium seperti kapas pada kultur, berwarna merah muda, kekuningan atau keunguan. Konidia hialin, terdiri dari 2 – 3 sel, berbentuk lonjong atau sedikit melengkung, Gandjar *et.al*, (1999) menyatakan jamur *Fusarium* sp memiliki mikrokonidia bersepta 0 hingga 2, terbentuk lateral pada fialid yang sederhana. Makrokonidia membengkok di bagian dorsal sehingga tampak seperti bulan sabit, umumnya bersepta 5. Maka isolat K 4 termasuk jamur *Fusarium* sp.



Gambar 11. Jamur *Fusarium* sp. A. Makroskopis jamur berumur 7 hsi pada media PDA B. Mikroskopis jamur (a) hifa (b) Makrokonidia (c) Mikrokonidia.

1.4 Analisa Keanekaragaman Jamur Tanah

Tingkat keanekaragaman dari jamur tanah yang berasal dari isolasi sampel tanah di lahan konvensional dan lahan organik dapat diketahui dengan menggunakan formula indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Hasil analisa perhitungan keanekaragaman jamur tanah dapat dilihat pada tabel 5.

Table 3. Hasil Perhitungan Keanekaragaman Jamur Tanah

Indeks	Lahan		Kriteria
	Organik	Konvensional	
Keanekaragaman (H')	14,68	13,60	Tinggi

Keterangan: Nilai $H' < 1,0$ = Keanekaragaman rendah; $1,0 < H' < 3,0$ = Keanekaragaman sedang; $H' > 3,0$ = Keanekaragaman tinggi.

Hasil perhitungan keanekaragaman jamur tanah menunjukkan pada lahan organik keanekaragaman lebih tinggi yaitu sebesar 14,68 sedangkan keanekaragaman pada lahan konvensional yang diaplikasikan fungisida berbahan aktif Mankozeb sebesar 13,60. Jika dilihat dari indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, keanekaragaman pada kedua lahan termasuk tinggi dimana hasil H' lebih dari 3 maka keanekaragaman tinggi. Terdapat perbedaan jumlah keanekaragaman pada kedua lahan yang diakibatkan oleh penggunaan fungisida, pada lahan konvensional pengaplikasian fungisida diberikan secara rutin sedangkan pada lahan organik tidak diaplikasikan fungisida. Menurut Sulistina *et.al*, (2011) Menyatakan, dampak pemberian pestisida dapat mempengaruhi populasi jamur tanah.

1.5 Analisa Peracunan Fungisida

Analisa peracunan fungisida selama 7 hari menunjukkan , 4 isolat jamur yang diambil dari 2 isolat jamur pada lahan organik dan 2 isolat jamur pada lahan konvensional. Analisa peracunan fungisida (Tabel 6.) menunjukkan pengaruh pemberian bahan aktif mankozeb dengan konsentrasi kontrol, 0,5 g/l, 1 g/l, 1,5 g/l, 2 g/l, dan 2,5 g/l terhadap jamur O1 (*Penicillium* sp.), O2 (Jamur tidak teridentifikasi.), K1 (*Fusarium* sp.), K2 (*Geotrichum* sp.). Nilai tingkat hambatan relatif disajikan pada tabel 6.

Table 4. Hasil Perhitungan Tingkat Hambatan Relatif (%) Jamur *Penicillium* sp.

Perlakuan	Rerata Tingkat Hambatan Relatif (%)						
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7
<i>Penicillium</i> PK	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
<i>Penicillium</i> P1	100b	87b	92b	90b	87b	86b	84b
<i>Penicillium</i> P2	100b	100b	100b	100b	100c	100c	100b
<i>Penicillium</i> P3	100b	100b	100b	100b	100c	100c	100b
<i>Penicillium</i> P4	100b	100b	100b	100b	100c	100c	100b
<i>Penicillium</i> P5	100b	100b	100b	100b	100c	100c	100b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada hari dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf kesalahan 5%. H-1= Hari ke-1; H-2= Hari ke-2; H-3= Hari ke 3; H-4= Hari ke 4; H-5= Hari ke 5; H-6= Hari ke 6; H-7= Hari ke 7; PK : Kontrol; P1: Mankozeb (0,5 g/liter PDA); P2: Mankozeb (1 g/ liter PDA); P3: Mankozeb (1,5 g/ liter PDA); P4: Mankozeb (2 g/ liter PDA); P5: Mankozeb (2,5 g/ liter).

Pada tabel 6. Dapat dilihat jamur *Penicillium* sp. dapat tumbuh pada perlakuan P1 yaitu pemberian mankozeb dengan konsentrasi sebesar 0,5 g/l pada media PDA. Dari hasil pengamatan hingga hari ke-7 pada perlakuan P1 jamur *Penicillium* sp, tingkat hambatannya sebesar 84%. Sedangkan untuk perlakuan P2, P3, P4, dan P5 nilai tingkat hambatan relatif hingga hari ke-7

sebesar 100% yang berarti jamur *Penicillium* sp. tidak dapat tumbuh sama sekali pada perlakuan P2, P3, P4, dan P5 hingga 100%. Dari hasil analisis peracunan fungisida menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh terhadap pemberian bahan aktif mankozeb dengan beberapa konsentrasi pada jamur *Penicillium* sp.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Tingkat Hambatan Relatif (%) Jamur Tidak teridentifikasi

Perlakuan	Rerata Tingkat Hambatan Relatif (%)						
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7
Tidak teridentifikasiPK	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
Tidak teridentifikasiP1	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b
Tidak teridentifikasiP2	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b
Tidak teridentifikasiP3	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b
Tidak teridentifikasiP4	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b
Tidak teridentifikasiP5	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada hari dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf kesalahan 5%. H-1= Hari ke-1; H-2= Hari ke-2; H-3= Hari ke 3; H-4= Hari ke 4; H-5= Hari ke 5; H-6= Hari ke 6; H-7= Hari ke 7; PK : Kontrol; P1: Mankoze (0,5 g/liter PDA); P2: Mankoze (1 g/ liter PDA); P3: Mankoze (1,5 g/ liter PDA); P4: Mankoze (2 g/ liter PDA); P5: Mankoze (2,5 g/ liter).

Pada tabel 6. Dapat dilihat jamur Jamur tidak teridentifikasi. Pada perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 nilai tingkat hambatan relatif hingga hari ke-7 sebesar 100% yang berarti jamur tidak teridentifikasi tidak dapat tumbuh sama sekali pada perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 hingga 100%. Dari hasil analisis peracunan fungisida menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh terhadap pemberian bahan aktif mankozeb dengan beberapa konsentrasi pada jamur tidak teridentifikasi.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Tingkat Hambatan Relatif (%) Jamur *Fusarium* sp.

Perlakuan	Rerata Tingkat Hambatan Relatif (%)						
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7
<i>Fusarium</i> PK	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
<i>Fusarium</i> P1	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b
<i>Fusarium</i> P2	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b
<i>Fusarium</i> P3	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b
<i>Fusarium</i> P4	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b
<i>Fusarium</i> P5	100b	100b	100b	100b	100b	100b	100b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada hari dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf kesalahan 5%. H-1= Hari ke-1; H-2= Hari ke-2; H-3= Hari ke 3; H-4= Hari ke 4; H-5= Hari ke 5; H-6= Hari ke 6; H-7= Hari ke 7; PK : Kontrol; P1: Mankoze (0,5 g/liter PDA); P2: Mankoze (1 g/ liter PDA); P3: Mankoze (1,5 g/ liter PDA); P4: Mankoze (2 g/ liter PDA); P5: Mankoze (2,5 g/ liter).

Pada tabel 7. Dapat dilihat jamur *Fusarium* sp. Pada perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 nilai tingkat hambatan relatif hingga hari ke-7 sebesar 100% yang berarti jamur tidak teridentifikasi tidak dapat tumbuh sama sekali pada perlakuan P1, P2, P3, P4, dan P5 hingga 100%. Dari hasil analisis peracunan fungisida menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh terhadap pemberian bahan aktif mankozeb dengan beberapa konsentrasi pada jamur *Fusarium* sp.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Tingkat Hambatan Relatif (%) Jamur *Geotrichum* sp.

Perlakuan	Rerata Tingkat Hambatan Relatif (%)						
	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7
<i>Cladosporium</i> PK	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
<i>Cladosporium</i> P1	33a	33a	33a	78a	73a	71a	78a
<i>Cladosporium</i> P2	100b	100b	100b	84a	87a	88a	83a
<i>Cladosporium</i> P3	100b	100b	100b	100a	100a	100a	100a
<i>Cladosporium</i> P4	100b	100b	100b	100a	100a	100a	100a
<i>Cladosporium</i> P5	100b	100b	100b	100a	100a	100a	100a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada hari dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf kesalahan 5%. H-1= Hari ke-1; H-2= Hari ke-2; H-3= Hari ke 3; H-4= Hari ke 4; H-5= Hari ke 5; H-6= Hari ke 6; H-7= Hari ke 7; PK : Kontrol; P1: Mankozebe (0,5 g/liter PDA); P2: Mankozebe (1 g/ liter PDA); P3: Mankozebe (1,5 g/ liter PDA); P4: Mankozebe (2 g/ liter PDA); P5: Mankozebe (2,5 g/ liter).

Pada tabel 8. Dapat dilihat jamur *Geotrichum* sp. dapat tumbuh pada perlakuan P1 dan P2 yaitu pemberian mankozeb dengan konsentrasi sebesar 0,5 g/l pada media PDA dan 1 g/l pada media PDA. Dari hasil pengamatan hingga hari ke-7 pada perlakuan P1 jamur *Geotrichum* sp, tingkat hambatannya sebesar 84%, sedangkan pada P2 pengamatan hingga hari ke-7 sebesar 83%. Pada perlakuan P3, P4, dan P5 nilai tingkat hambatan relatif hingga hari ke-7 sebesar 100% yang berarti jamur *Geotrichum* sp. tidak dapat tumbuh sama sekali pada perlakuan P3, P4, dan P5 hingga 100%. Dari hasil analisis peracunan fungisida menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh terhadap pemberian bahan aktif mankozeb dengan beberapa konsentrasi pada jamur *Geotrichum* sp.

Nilai penghambatan pada perlakuan dari 6 konsentrasi yang diujikan untuk 4 jenis jamur rata-rata memiliki nilai hambatan sebesar 100%, dimana nilai 100% ini menunjukkan bahwa jamur yang ditumbuhkan pada media yang diaplikasikan fungisida berbahan aktif Mankozebe tidak dapat tumbuh sama sekali. Namun terdapat 2 jenis jamur yang dapat tumbuh pada 2 perlakuan (konsentrasi). Pada perlakuan P1 yaitu pada jamur *Penicillium* sp. pemberian fungisida dengan

konsentrasi 0,5 g/l nilai hambatan relatif hingga hari ke 7 sebesar 84%, jamur *Penicillium* sp. dapat tumbuh pada media yang diaplikasikan fungisida dengan konsentrasi 0,5 g/l dengan daya hambat 84%, selain itu juga jamur *Geotrichum* sp. dapat tumbuh dengan nilai hambatan relatif hingga hari ke-7 sebesar 78%. Pada perlakuan P2 dengan konsentrasi fungisida sebesar 1 g/l jamur *Cladosporium* sp. dapat tumbuh dengan tingkat hambatan relatif pada hari ke-7 sebesar 78% dimana jamur *Geotrichum* sp. dapat tumbuh pada media yang diaplikasikan fungisida dengan konsentrasi 1 g/l sebesar 78%. Hasil analisis ragam tingkat hambatan relatif (tabel 6) menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata antara, perlakuan 1, perlakuan 2, perlakuan 3, perlakuan 4, dan perlakuan 5.

Maka dapat diketahui dari 4 genus jamur yang diuji dengan peracunan fungisida, jamur tersebut bukanlah jamur yang tidak resisten terhadap fungisida berbahan aktif Mankozebe. Penelitian dari Gullino *et.al.* (2010) menyatakan, efek langsung dari penggunaan mankozeb berpengaruh terhadap proses biokimia jamur yang dapat menghambat pertumbuhan spora jamur. fungisida berbahan aktif Mankozebe merupakan fungisida kontak yang berfungsi melindungi tanaman dari serangan jamur lebih lanjut dengan membentuk lapisan tipis pada permukaan tanaman dan secara perlahan mengeluarkan senyawa-senyawa tertentu dengan mengganggu aktivitas jamur. fungisida ini mencegah pembentukan spora pada jamur sehingga tidak dapat menyebar (Djojsumarto, 2000). Selain itu Dwiastuti dan Iqbal (2014) menambahkan dari hasil penelitiannya pertumbuhan koloni jamur paling rendah pada perlakuan fungisida Mankozebe (FM 2 ml/l) dengan diameter koloni sebesar 0 mm. Hal ini menunjukkan bahwa bahan aktif Mankozebe memiliki daya hambat yang tinggi. Fungisida propineb dan Mankozebe diketahui termasuk golongan ditiokarbamat yang memiliki spektrum pengendalian luas terhadap jamur dari kelas *Basidiomycetes*, *Ascomycetes*, dan *Deuteromycetes* (Jennifer *et.al.*, 2002 dalam Dwiastuti dan Iqbal 2014). Isolat jamur yang digunakan dalam pengujian peracunan fungisida yaitu *Penicillium* sp, dan *Fusarium* sp, *Geotrichum* sp merupakan jamur dari kelas *Ascomycetes*.

1.6 Pembahasan Umum

Hasil dari eksplorasi jamur tanah dilahan organik dan lahan konvensional menunjukkan bahwa lebih banyak ditemukan jumlah koloni, keanekaragaman dan genus dilahan organik dibandingkan dengan lahan konvensional. Dilihat dari hasil wawancara yang dilakukan dengan petani konvensional petani menggunakan bahan kimia sintetis dengan pengaplikasian secara terjadwal. Bahan kimia yang digunakan yaitu fungisida berbahan aktif *Mankozeb*, sedangkan untuk lahan organik menggunakan bahan organik yang berasal dari pupuk kandang. Dapat dilihat bahwa pertanian organik hanya memanfaatkan bahan-bahan organik tanpa menggunakan bahan kimia sintetis yang dapat mempengaruhi lingkungan. Bahan organik merupakan sumber energi bagi makro dan mikro-fauna tanah. Penambahan bahan organik dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi mikrobiologi dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik adalah fungi, bakteri dan aktinomisetes (Tian, G. 1997 dalam Atmojo, 2003).

Pada lahan organik dan konvensional intensitas penyakit yang menyerang tanaman memiliki tingkat serangan yang berbeda, dimana intensitas penyakit yang menyerang tanaman dilahan organik sebesar 0 – 25% sedangkan untuk intensitas penyakit dilahan konvensional sebesar 15 – 50% jika dilihat perbandingan serangan penyakit intensitas serangan dilahan konvensional cukup tinggi dibandingkan intensitas serangan dilahan organik. Penggunaan fungisida dilahan konvensional menyebabkan intensitas serangan tinggi yang memungkinkan menyebabkan ketahanan patogen terhadap tanaman. Hasil isolasi dan identifikasi menunjukkan penyakit yang menyerang tanaman brokoli yaitu penyakit bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Alternaria brassicae*. Pengaruh pemberian bahan kimia dapat mempengaruhi mikroba didalam tanah. Menurut Rosidah (2017) menyatakan penggunaan bahan kimia secara berlebihan dapat membuat tanah menjadi asam sehingga populasi patogen lebih tinggi. Namun tanah akan menjadi netral jika diberikan bahan-bahan organik. Subowo (2010) menambahkan, bahan organik mempunyai peranan penting sebagai bahan pemicu kesuburan tanah, baik secara langsung sebagai pemasok hara bagi organisme autotrof (tanaman) juga sebagai sumber energi bagi organisme heterotrof (fauna dan mikroorganisme tanah). Pada lahan konvensional pemberian bahan kimia lebih tinggi dibandingkan dengan lahan

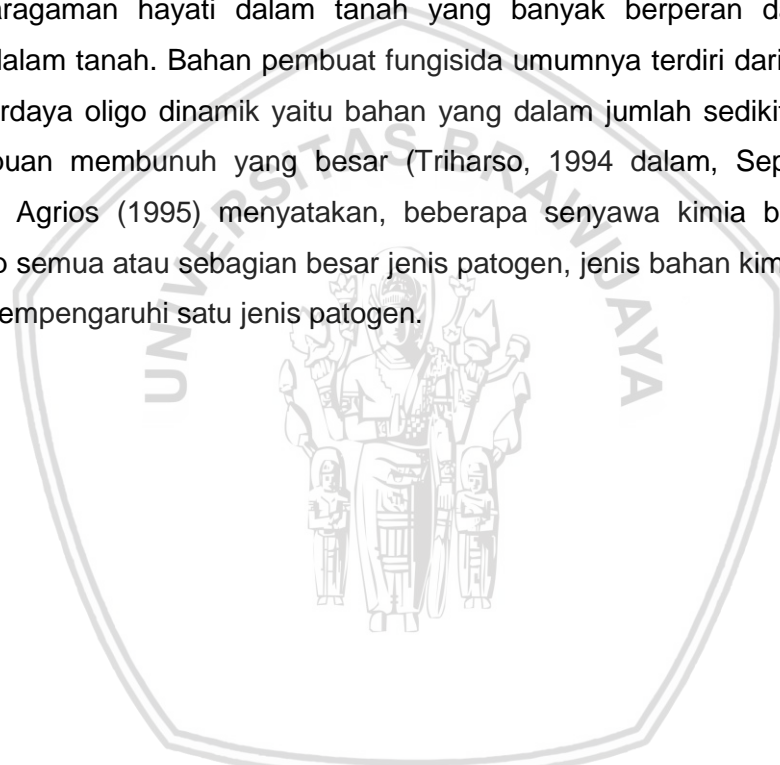
organik. Pemberian bahan masukan yang diberikan pada kedua lahan dapat menyebabkan perbedaan keanekaragaman mikroba pada masing-masing lahan. Lahan organik memiliki keanekaragaman lebih tinggi dibandingkan dengan lahan konvensional. Menurut Prayudyaningsih *et.al.* (2015) menyatakan bahwa, tanah yang banyak mengandung berbagai macam mikroorganisme secara umum dapat dikatakan bahwa tanah tersebut memiliki sifat fisik dan kimia yang baik.

Hasil dari isolasi keanekaragaman jamur yang ditemukan di kedua lahan berbeda. Lahan organik memiliki jumlah jamur tanah lebih tinggi dibandingkan lahan konvensional. Lahan organik didapatkan 7 isolat jamur dari 3 genus yaitu *Penicillium*, *Aspergillus*, dan jamur tidak teridentifikasi. Lahan konvensional yang diaplikasikan fungisida didapatkan 4 isolat jamur dari 4 genus yaitu *Scopulariopsis*, *Cladosporium*, *Acremonium*, dan *Fusarium*. Dari 7 genus terdapat jamur yang dominan, pada lahan organik *Penicillium* dan jamur tidak teridentifikasi merupakan jamur yang memiliki jumlah koloni yang paling banyak, sedangkan lahan konvensional yang diaplikasikan fungisida jamur *Geotrichum* dan *Fusarium* merupakan jamur yang dominan. Hasil pengujian menunjukkan fungisida berbahan aktif Mankozebe pada konsentrasi pemberian 0,5 g/l hanya mampu menumbuhkan 2 genus dari 4 genus yang dominan yaitu *Penicillium* dan *Geotrichum*.

Pengujian peracunan fungisida bahan aktif Mankozebe mempunyai daya hambat paling tinggi terhadap jamur tidak teridentifikasi 100% dari lahan organik dan jamur *Fusarium* 100% dari lahan konvensional, sedangkan daya hambat pada jamur *Penicillium* sp. hingga hari ke-7 sebesar 84% dari lahan organik dan jamur *Geotrichum* daya hambatnya hingga hari ke-7 sebesar 78% pada lahan konvensional. Penggunaan fungisida secara terus menerus dapat menyebabkan pengaruh terhadap keanekaragaman mikroorganisme tanah khususnya jamur tanah. Fungisida berbahan aktif Mankozebe memiliki sasaran patogen yaitu *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*, *Colletotrichum* spp, *Cladosporium fulvum* (Gullino *et.al.*, 2010), selain itu menurut Maganey dan Bull (2003) menyatakan bahwa target utama mankozeb adalah menekan pertumbuhan patogen tular daun. Jika dilihat dari sasaran patogen, hasil pengujian peracunan fungisida bahan aktif mankozeb selain dapat mematikan patogen sasaran, fungisida berbahan aktif mankozeb juga dapat mematikan jamur non-target seperti jamur *Penicillium* sp., jamur tidak teridentifikasi, dan *Fusarium* sp, dan *Geotrichum* sp.. Fungisida yang masuk ke bagian-bagian penting jamur akan

mengganggu fungsi dengan merubah susunan dinding sel dengan membatasi enzim esensial di dalam sel serta merubah laju metabolisme, namun tidak berarti menghambat seluruh enzim yang dihasilkan jamur (Situmorang, *et al.*, 2015).

Dampak lain yang dapat ditimbulkan akibat penggunaan fungisida yang berlebihan adalah terbunuhnya musuh alami dan biota non-target lainnya yang mempunyai peranan dalam menjaga keseimbangan hayati. Menurut Karlsson *et.al.* (2014) dalam penelitiannya menyatakan fungisida yang digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman dapat berdampak merugikan untuk jamur non-target. Dengan kata lain, penggunaan fungisida berlebihan dapat mengganggu keanekaragaman hayati dalam tanah yang banyak berperan dalam proses biologi dalam tanah. Bahan pembuat fungisida umumnya terdiri dari logam berat yang berdaya oligo dinamik yaitu bahan yang dalam jumlah sedikit mempunyai kemampuan membunuh yang besar (Triharso, 1994 dalam, Septiani, 2017). Menurut Agrios (1995) menyatakan, beberapa senyawa kimia bersifat racun terhadap semua atau sebagian besar jenis patogen, jenis bahan kimia lain hanya dapat mempengaruhi satu jenis patogen.



DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, A. L. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Bayumedia Publishing, Malang.
- Adriyani, R. 2006. Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Agrios, G. N. 1995. Plant Pathology. Third Edition. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Agrios, G. N. 1997. Plant Pathology 4th ed. Academic Press. New York (NY).
- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology 5th ed. Academic Press. New York (NY).
- Akmalasari, I., Purwati, E.S., Dewi, R.S. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.). Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto.
- Ariyono, R., Q., Djauhari, S., Sulistyowati, L. 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit Daun Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir.) pada Lahan Pertanian Organik dan Konvensional. Universitas Brawijaya. Malang.
- Atmojo, S. W. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaan. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Barnet, H.L., Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi Fourth Edition. Morgantown. Burgess Publishing Company.
- Djojsumarto, P. 2000. Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian. Kanisius. Yogyakarta.
- Djojsumarto, P. 2004. Teknik Aplikasi Pestisida Pertanian. Kanisius. Yogyakarta.
- Djojsumarto, P. 2008. Teknik Aplikasi Pestisida dan Aplikasinya. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta. on Viability of Phytophthora infestans Sporangia in Soil. Plant Pathology. University of Wisconsin, Madison, WI.
- Dwiasturi, W.E., Iqbal, M. 2014. Selektivitas Pestisida Terhadap Perkembangan cendawan Entomopatogen *Hirsutella citriformis*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Bonilla, N., Jose ,A.G.B, Antonio, D.V., Fransisco, M.C. 2012. Enhancing Soil Quality and Plant Health Through Suppressive Organic Amendments. Diversity 4: 475-491.
- Cahyani, V.R. 2014. Petunjuk Praktikum M.K. Mikrobiologi Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Crystovel, J. 2016. Mikologi Tanaman. Universitas Padjadjaran. Sumedang.
- Gandjar, I., Samson, R.A., Vermeulen, K.V.D.T., Oetari, A., Santoso, I. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gardi, C., Jeffery, S. 2010. Soil Biodiversity Under Threat. Institute of Environment and Sustainability, Land Management and Natural Hazards Unit, European Commission. 74: 7-12
- Gullino, M.L., Tinivella, F., Garibaldi, A. 2010. Mancozeb Pest, Present and Future. University of Torino, Turin. Italy.94(9).
- Herath, H.H.M.A.U., Wijesundera, R.L.C, Chandrasekharan, N.V., Wijesundera, W.S.S. 2017. Exploration of Sri Lankan Soil Fungi for Biocontrol Properties. University of Colombo. Sri Lanka.
- IFOAM. 2008. The World of organic Agriculture Statistics & Emerging Trends 2008. Diunduh dari http://www.soel.de/factheraaiidownloads/s_74_10.pdf. Pada 10 Desember 2017.
- Karlsson, Ida, Hanna, F., Steinberg, C., Persson, P. 2014. Fungicide Effects on Fungal Community Composition in the Wheat Rhizosphere. Jurnal Plos One. 9(11): 1-12.

- Kusheryani, I., Aziz, S.A. 2006. Pengaruh Jenis Tanaman Penolak Organisme Pengganggu Tanaman Terhadap Perumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) yang Diusahakan Secara Organik. IPB. Bogor.
- Ludwig, J.A., Reynod, J.F. 1988. Statistical Ecology: Primer on Methods and Computing. John Wiley and Sons Inc. Canada.
- Maganey, R.C., dan Bull. 2003. Effect of the Dithiocarbamate Fungicide Mancozeb on Sugar Cane Growth and Soil Biology in Yield Decline Affected Soil Proc. Aust. Soc.(25).
- Maulidar. 2017. Isolasi dan Identifikasi Kapang Serasah Daun Tumbuhan di Kawasan IE Suum Krueng Raya Aceh Besar Sebagai Penunjang Praktikum Mikologi. Universitas Islam Negeri Ar- Raniry. Aceh.
- Mazzola, M. 2004. Assessment and management of soil microbial community structure for disease suppression. Ann. Rev. Phytopathol. Washington. 42:35-59.
- Muhibuddin, A., Addina, L., Abadi, A. L. dan Ahmad, A. 2011. Biodiversity of Soil Fungi on Integrated Pest Management Farming System. Agrivita. 33 (2)
- Nurhidayati, Pujiwati, I., Solichah, A., Djuhari, Basit, A. 2008. Pertanian Organik. Universitas Islam Malang. Malang
- Pelczar, M. J. Dan Chan, E. C. S. 2008. Dasar-Dasar Mikologi Jilid 2. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Prayudyaningsih, R., Nursyamsi., Ramdana, S. 2015. Mikroorganisme Tanah Bermanfaat pada Rhizosfer Tanaman Umbi di Bawah Tegakan Hutan Rakyat Sulawesi Selatan. Balai Penelitian Kehutanan Makasar. Sulawesi Selatan. 4(1) : 954-959.
- Rasti dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan mikroba penyubur tanah. Iptek tanaman pangan. 3 .1.
- Ritz, K., Young, I.M. 2004. Interactions Between Soil Structure and Fungi. Cranfield University. UK.
- Rosidah, I. 2017. Eksplorasi Jamur Tanah pada Tanaman Krisan Ramah Lingkungan dan Lahan Aplikasi Fungisida Berbahan Aktif *Propineb*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Saraswati, R.T. Prihatini, dan Hastuti, R.D. 2004. Teknologi Pupuk Mikroba untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah. p. 169-189. Dalam: Fahmuddin Adus et al. (Eds.) Tanah sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Sari, E.M., Suwirmen., Noli, Z.A. 2014. Pengaruh Penggunaan Fungisida (Dithane M-45) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) dan Kepadatan Spora Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). Universitas Andalas. Padang.
- Semangun, H. 1989. Penyakit-Penyakit Tanaman hortikultura di Indonesia. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Septiani, L. 2017. Pengaruh Beberapa Fungisida Sebagai Perlakuan Benih Jagung Terhadap Kelimpahan dan Keragaman Nematoda. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.

- Singh, J.S., Gupta, V.K. 2018. Soil Microbial Biomassa: A Key Soil Driver in Management Ecosystem Functioning. Tallin University. India.
- Situmorang, Y.A., Bakti, D., Hasanuddin. 2015. Dampak Beberapa Fungisida Terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur *Metharizium anisopliae* (Metch) Sorokin di Laboratorium. USU. Medan.1(3) :147-159.
- Soemarno. 2010. Ekologi Tanah. Bahan Kajian MK. Manajemen Agroekosistem FP UB. Universitas Brawijaya. Malang.
- Subowo, G. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumber Daya Hayati Tanah. Balai Penelitian Tanah. Bogor. 1(4) :13-25.
- Sudarma, M.I., dan Jambe, A.A.G.A, 2009. Peranan Tanah Supresif Untuk Menekan Penyakit Tumbuhan Dalam Mendukung Ketahanan Pangan. Prosiding Seminar Nasional FTP UNUD: 123 - 131.
- Sudirman. 2009. Pengaruh Penggunaan Fungisida terhadap Perkecambahan Spora Fungi Mikoriza Arbuskula. Tesis. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sulistina, N., Antonius, S., Rahmansyah, M. 2011. Pengaruh Residu Pestisida terhadap Pola Populasi Bakteri dan Fungi Tanah di Rumah Kaca. LIPI. Bogor.
- Sumardiyono, C. 2008. Ketahanan Jamur Terhadap Fungisida di Indonesia. UGM. Yogyakarta.
- Watanabe, T. 1994. Pictorial Atlas of Soil and Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species 1th Ed. London. CRC Press.
- Watanabe, T. 2002. Pictorial Atlas of Soil and Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species Edisi Kedua London. CRC Press.





LAMPIRAN

Lampiran 1. Keanekaragaman Jamur Tanah

Tabel 9. Lahan Organik

No	Hasil Eksplorasi	Σ koloni	ni/n	$\ln(2100000)$	h'
1	<i>Penicillium</i> sp.	1000000	0,48	14,55	6,93
2	<i>Penicillium</i> sp.	200000	0,10	14,55	1,45
3	<i>Aspergillus</i> sp.	100000	0,05	14,55	0,69
4	<i>Penicillium</i> sp.	200000	0,10	14,55	1,39
5	<i>Penicillium</i> sp.	200000	0,10	14,55	1,45
6	Tidak teridentifikasi	300000	0,14	14,55	2,08
7	<i>Aspergillus</i> sp.	100000	0,05	14,55	0,69
Total		2100000,00			14,68

Tabel 10. Lahan Konvensional

No	Hasil Eksplorasi	Σ koloni	ni/n	$\ln(900000)$	h'
1	<i>Acremonium</i> sp.	100000	0,13	13,60	1,70
2	<i>Geotrichum</i> sp.	400000	0,50	13,60	6,80
3	<i>Acremonium</i> sp.	100000	0,13	13,60	1,70
4	<i>Fusarium</i> sp.	200000	0,25	13,60	3,40
Total		800000,00			13,60

Lampiran 2. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Jamur O1 (*Penicillium* sp.)

Tabel 11. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-1

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9,272E-32	7,727		
Total	17	2,500			

Tabel 12. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-2

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,415	0,483	63,498	3,11
Residual	12	0,091	0,008		
Total	17	2,506			

Tabel 13. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-3

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,440	0,488	181,496	3,11
Residual	12	0,032	0,003		
Total	17	2,472			

Tabel 14. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-4

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,428	0,486	111,510	3,11
Residual	12	0,052	0,004		
Total	17	2,481			

Tabel 15. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-5

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,413	0,483	120,453	3,11
Residual	12	0,048	0,004		
Total	17	2,461			

Tabel 16. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-6

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,409	0,482	137,005	3,11
Residual	12	0,042	0,004		
Total	17	2,451			

Tabel 17. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-7

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,405	0,481	120,068	3,11
Residual	12	0,048	0,004		
Total	17	2,506			

Lampiran 3. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Jamur O6 (Jamur tidak teridentifikasi.)

Tabel 18. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-1

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 19. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-2

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 20. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-3

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 21. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-4

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 22. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-5

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 23. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-6

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 24. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-7

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Lampiran 4. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Jamur K2 (*Geotrichum* sp.)

Tabel 25. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-1

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 26. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-2

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 27. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-3

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 28. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-4

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 29. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-5

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 30. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-6

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Tabel 31. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-7

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,500	0,5	6,471E+31	3,11
Residual	12	9, 272E-32	7,727E-33		
Total	17	2,500			

Lampiran 5. ANOVA Tinggi Hambatan Relatif K4 (*Fusarium* sp.)

Tabel 31. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-1

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	10,117	2,023	1,603	3,11
Residual	12	15,146	1,262		
Total	17	25,263			

Tabel 32. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-2

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,944	0,589	10,600	3,11
Residual	12	0,667	0,56		
Total	17	3,611			

Tabel 33. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-3

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	2,944	0,589	10,600	3,11
Residual	12	0,667	0,56		
Total	17	3,611			

Tabel 34. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-4

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	13,186	2,637	1,550	3,11
Residual	12	20,417	1,701		
Total	17	33,603			

Tabel 35. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-5

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	10,249	2,050	1,731	3,11
Residual	12	14,212	1,184		
Total	17	24,461			

Tabel 36. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-6

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan	5	10,249	2,050	1,731	3,11
Residual	12	14,212	1,184		
Total	17	24,461			

Tabel 37. ANOVA Tingkat Hambatan Relatif Hari ke-7

Sumber ragam	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F. Hitung	F. Tabel 5%
Perlakuan		9,379	1,876	1,458	3,11
Residual		15,433	1,286		
Total		24,812			

Lampiran 6. Kuisisioner Wawancara

Nama :

Pewawancara :

Hari/ Tanggal :

1. Bagaimana sejarah lahan yang dipakai sampai saat ini? Tanaman apa saja yang pernah dibudidayakan di lahan tersebut?
2. Apakah setiap tahun ditanami tanaman Brokoli?
3. Darimana petani memperoleh bibit tanaman Brokoli?
4. Apakah ada bahan masukan dalam pembibitan (perendaman bibit atau seed treatment)?
5. Varietas apa saja yang digunakan? (Kelebihan dan kekurangan dari varietas tersebut).
6. Apa bahan tambahan saat dilakukan pengolahan tanah? Kalau iya apa saja dan apa fungsinya?
7. Bagaimana cara pengolahan tanah? Apa tujuan dari pengolahan tanah tersebut?
8. Apakah ada jeda saat pengolahan tanah ke penanaman?
9. Berapa jarak tanam Brokoli?
10. Bagaimana pola tanam yang digunakan dalam 1 tahun?
11. Apa saja jenis pupuk yang diberikan pada tanaman Brokoli?

No	Jenis Pupuk	Dosis					Cara Pengaplikasian
		hst	Hst	hst	hst	hst	

12. Bagaimana pengairan untuk budidaya brokoli?

No	Sumber Air	Waktu Pengairan	Sistem Pengairan

13. Apa saja penyakit yang menyerang tanaman brokoli?

No	Penyakit	Menyerang pada Umur	Ciri-ciri	Intensitas Serangan	Cara Mengatasi
1					
2					
3					

14. Apa saja hama yang menyerang tanaman brokoli?

No	Hama	Menyerang pada Umur	Ciri-ciri	Intensitas Serangan	Cara Mengatasi
1					
2					

3					
---	--	--	--	--	--

15. Jenis pestisida yang digunakan?

No	Pestisida	Bahan Aktif	Cara Aplikasi	Jenis Pestisida	Dosis/ Aplikasi
1					
2					
3					

16. Apakah aplikasi pestisida dilakukan acara bersamaan atau sendiri?
(Alasan)

17. Apa saja bahan aktif yang digunakan untuk pengendalian maupun inputan pestisida?

18. Bagaimana pengendalian OPT? Terutama di lahan organik.



Lampiran 7. Denah Lokasi Pengambilan Sampel Tanah



Ket: Denah Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Lahan brokoli. A. Lahan Agrothenco Park Cangar, B. Lahan Konvensional Koordinat lahan brokoli konvensional: 7°44'33.7"S 112°31'56.8"E -7.7329818, 112.534547; Koordinat lahan brokoli organik: 7°44'23.3"S 112°32'04.4"E -7.739818, 112.53454

